NICOLAE GRUMEZA CRISTIAN KLEPŞ

AMENAJĂRILE DE IRIGAȚII DIN ROMÂNIA

EDITURA CERES

Dr. ing. Nicolae GRUMEZA Dr. ing. Cristian KLEPŞ

AMENAJĂRILE DE IRIGAŢII DIN ROMÂNIA

EDITURA CERES
Bucureşti, 2005

Descrierea CIP a Bibliotecii Naţionale a României
Grumeza, Nicolae
Amenajările de irigaţii din România / Nicolae Grumeza, Cristian Kleps. – Bucureşti : Ceres, 2005
ISBN 973-40-0632-0

I. Kleps, Cristian

626.81/.85

Carte editată cu sprijinul M.Ed.C.

Redactor: Aurora Dumitru, Claudia Popa
Procesare computerizată: Cristina Marcu

ISBN: 973-40-0632-0

Format: 16/70×100. Coli de tipar: 26,5
Bun de tipar: 29.09.2005

Tiparul executat la Imprimeria „Oltenia" – Craiova
Str. Dr. Nicolae Ionescu Siseşti, nr. 21
Comanda: 108

Colaboratorii

din cadrul programului de cercetare „Exploatarea şi modernizarea amenajărilor de irigaţii" din ICITID, ale căror rezultate în urma cercetărilor au fost avute în vedere la întocmirea prezentei lucrări:

Dr. ing. Nicolae Grumeza, dr. ing. Cristian Klepş, dr. ing. Corneliu Tuşa, dr. ing. Carmen Vasilică, ing. Elena Dumitrache, tehn. princ. Constantin Oprea, din Centrala ICITID.

Dr. ing. Corneliu Schintee, dr. ing. Constantin Bora, ing. Gheorghe Marinescu, ing. Dan Ţărţar, ing. Marioara Ciungu, dr. ing. Ion Văduva, dr. ing. Nicolae Groza, dr. ing. Eugen Petrescu, dr. ing. Grazela Deculescu, cu activitate în câmpurile experimentale şi în amenajările de irigaţii din zona fizico-geografică a Câmpiei Olteniei.

Ing. Elena Ciucă - câmpul experimental Cătеasca-Argeş (Câmpia Piteştiului).

Ing. Victor Ene şi ing. Rodica Corman - câmpul experimental Berceni-Ilfov şi sistemul de irigaţii Berceni-Vidra-Frumuşani.

Dr. ing. Aurelian Rădulescu şi teh. princ. Dumitru Rusu - câmpul experimental de la SCDA Mărculeşti şi sistemele de irigaţii din Câmpia Bărăganului de Sud.

Dr. ing. Gheorghe Marin şi ing. Rădiţa Topor - câmpul experimental de la SCDA Brăila şi sistemele de irigaţii din Câmpia de Nord a Bărăganului.

Dr. ing. Lazăr Toader şi dr. ing. Luca Costică – câmpul experimental Focşani şi sistemul de irigaţii Bilieşi-Slobozia-Ciorăşti.

Dr. ing. Maria Anghel - câmpul experimental Zătun şi sistemul de irigaţii Terasa Covurlui (sudul Moldovei).

Dr. ing. Cornel Domuţa – câmpul experimental de la SCDA Oradea (Câmpia de Vest a Transilvaniei).

Dr. ing. Constantin Săicu şi dr. ing. Constantin Bălăceanu, cu activitate în câmpurile experimentale din nordul Moldovei.

Ing. Ştefan Renea şi dr. ing. Florin Popescu, cu activitatea în câmpurile experimentale şi sistemele de irigaţii din Dobrogea de Sud.

Dr. ing. Eugenia Cioacă, cu activitate în sistemele de irigaţii din nordul Dobrogei (Complexul Razim-Sinoe).

Operaţii pe calculator incluzând programe, prelucrări şi stocări de date de cercetare etc.: ing. Elena Dumitrache, dr. ing. Carmen Vasilică, ing. Carmen Necula.

INTRODUCERE

Scopul lucrării de față este abordarea și prezentarea, pe cât posibil mai completă, a întregii problematici privind amenajările pentru irigații din România. Acestea înglobează, după cum se cunoaște, o suprafață totală de cca 3,2 milioane hectare, amplasată în cea mai mare parte în sudul și sud-estul României. Facem încă de la început precizarea că, aproape în întregime, conținutul prezentei lucrări se bazează pe investigații (observații, experimentări, analize, cercetări aprofundate ale unor aspecte considerate prioritare) și prelucrări, înglobând întreaga paletă de aspecte, începând cu fundamentarea oportunității acestor amenajări (în legătură cu condițiile naturale specifice țării noastre, în primul rând), modul cum s-au realizat și, în continuare, modul cum s-au comportat. Ca urmare, întreaga lucrare se sprijină, aproape în exclusivitate, pe rezultate ale cercetărilor efectuate cu implicații, în principal, în proiectarea și exploatarea amenajărilor de irigații din țara noastră. În acest context subliniem faptul că pentru actualul stadiu al situației amenajărilor existente, prioritară este acțiunea de *retehnologizare (reabilitare)* a acestora, pentru a deveni funcționale, la parametrii pe cât posibil mai apropiați de exigențele tehnicii mondiale din domeniu. Facem precizarea că autorii au pornit de la această referință, ținând seama bineînțeles și de realitățile din țara noastră. Întrucât soluțiile privind scopul menționat, sunt legate strict de condițiile naturale specifice țării noastre, acestea nu pot constitui obiecte de import. Ca urmare, aceste soluții trebuie să aibă la bază investigații în condiții concrete, așa după cum a rezultat de altfel din cele expuse anterior. De fapt, cercetările care au fost avute în vedere la elaborarea prezentei lucrări au fost cele derulate, în cea mai mare măsură, în cadrul programului de cercetare „Exploatarea și modernizarea amenajărilor de irigații", început încă din 1970 la Institutul de Cercetări pentru Îmbunătățiri Funciare și Pedologie (ICIFP) București, și continuat după 1977 în Institutul de Cercetare și Inginerie Tehnologică pentru Irigații și Drenaje (ICITID) de la Băneasa-Giurgiu. Autorii acestei lucrări sunt, de fapt, responsabilul și coresponsabilul acestui program de cercetare. Participanții, respectiv colaboratorii cercetărilor efectuate în diferite amplasamente de cercetare de pe întreg teritoriul țării, inclusiv cei de la centru au fost nominalizați în mod explicit.

Revenind la *conținutul propriu-zis al lucrării*, s-a pornit de la *oportunitatea irigațiilor*, avându-se în vedere specificul cadrului natural al țării noastre, caracterizat prin unele particularități proprii, cum ar fi, spre exemplu, regimul climatic. S-a avut în vedere deci în primul rând *necesarul de apă al plantelor cultivate*, și, legat de acesta, în ce măsură poate fi acoperit din resurse naturale (precipitații în principal) și ce trebuie să se completeze pe cale artificială, respectiv *prin irigații*. Altfel spus, este vorba de *consumul de apă al culturilor și implicit de sursele de acoperire ale acestuia*. Cercetările în acest domeniu au avut drept scop să rezolve problema, în toate zonele pedoclimatice interesate de irigații din țara noastră. După cum se va vedea din conținutul lucrării, acesta a fost obiectul propriu-zis al cercetărilor efectuate în peste 20 de câmpuri experimentale, diseminate pe întreg teritoriul țării. În consecință, pentru a ajunge la rezultate cât de cât concludente, necesitând includerea a cât mai mulți ani climatici, cunoscând caracteristicile țării noastre din acest punct de vedere, cercetările s-au desfășurat în cadrul unei lungi perioade de timp, *20-30 de ani*, în unele cazuri și mai mult. Rezultatele obținute, chiar pe parcurs, au servit și servesc în principal la stabilirea *parametrilor pentru dimensionarea sistemelor de irigații în proiectare* și a celor pentru determinarea momentului udării ca și a cantităților de apă necesare (*prognoza și avertizarea udărilor*), în procesul de *exploatare*. Evident, toate acestea pornind de la fenomenul de „*evapotranspirație*", care de fapt stă la baza tuturor proceselor legate de *consumul de apă al plantelor*, cu aplicații practice în proiectarea și exploatarea sistemelor de irigații. Pentru aceste considerente s-a acordat o atenție deosebită acestui fenomen tratat la nivelul importanței cuvenite, ca de altfel și celui care îl precede și care privește *interrelațiile dintre mediu, apă și plantă*. Există o legătură firească între toate acestea, pentru ca până la urmă să se poată ajunge la fundamentarea științifică, pe baza rezultatelor obținute, în sprijinul aplicării raționale a irigațiilor în țara noastră. Trecând peste rezultatele pe termen scurt, care privesc creșterea producțiilor, mai ales în anii secetoși, trebuie să se știe că numai prin utilizarea acestei măsuri, îndeosebi în zonele din sudul și sud-estul țării, se poate conta pe posibilitatea practicării unei *agriculturi durabile*. Această constatare are de altfel la bază rezultatele experimentale privind *efectul irigațiilor asupra producțiilor*, în diferite condiții naturale din țara noastră. Aceste rezultate, reprezentând medii pe perioade de cercetare, la care s-au adăugat și unele anuale, au fost obținute tot din cercetările efectuate în rețeaua de câmpuri experimentale staționare și de durată aparținând ICITID Băneasa-

Giurgiu. Amplasate în condiţii naturale reprezentative pentru diferite situaţii pedoclimatice din ţara noastră, acestor câmpuri li s-a aplicat o tematică unitară care prevedea utilizarea unui regim de irigaţie care să nu conducă neapărat la obţinerea unor producţii maxime din punct de vedere al potenţialului plantei. S-a aplicat, de altfel, un asemenea regim de irigaţie, rezultat din cercetări anterioare ca fiind cel mai indicat, care, însoţit şi de o tehnologie adecvată a culturii, să conducă la producţii optime, având la bază *considerente tehnico-economice*. Pentru exemplificare, facem precizarea că din cercetările anterioare ale ICIFP a rezultat că, producţiile cele mai mari se obţin prin menţinerea plafonului minim al umidităţii solului cât mai aproape de capacitatea de câmp (în treimea superioară a intervalului activ suprapus coeficientului de ofilire). Aceasta duce însă şi la sporirea cheltuielilor de exploatare, care incumbă în primul rând forţă de muncă suplimentară, sporirea echipamentului de udare etc. De aceea, în experimentările efectuate în aceste câmpuri de cercetare s-a mers pe ideea unor producţii mari şi cât de cât stabile, obţinute în condiţii economice profitabile pentru beneficiarul terenurilor irigate. Ca urmare şi principalii parametri obţinuţi pentru *dimensionarea sistemelor de irigaţii şi pentru prognoza, inclusiv programarea udărilor*, sunt corespunzători acestor producţii, care, aşa după cum s-a mai arătat, au la bază în exclusivitate criterii tehnico-economice. Prin continuarea cercetărilor legate de reducerea consumului de apă la plante, ca şi prin generalizarea în producţie a unor echipamente mecanizate de tip IATF, IADF, IAT, Pivot sau altele, evident s-ar putea ajunge şi la producţii sporite (apa de irigaţie fiind mai bine folosită, respectiv mai bine controlată), în cadrul utilizării parametrilor prezentaţi în lucrare, necesari dimensionării şi, respectiv, exploatării sistemelor de irigaţii. În cazul aplicării unei irigaţii raţionale, producţiile medii prezentate în lucrare, posibile a fi obţinute în condiţii de irigaţii, reprezintă o limită de la care se poate merge mai sus în condiţiile menţionate anterior. Se face precizarea că toate cercetările efectuate, la care se face referire în prezenta lucrare, pornesc de la *cunoaşterea a ceea ce s-a realizat pe plan mondial* în acest domeniu ca şi de la realităţile existente în ţara noastră. Ne referim aici şi la modul de proiectare a sistemelor de irigaţie (instrucţiuni legate de dimensionarea sistemelor, respectiv pentru calculul necesarului de apă), bineînţeles pentru irigarea prin rotaţie, procedeu identic cu cel practicat în marea majoritate a ţărilor din lume care folosesc irigaţiile. De asemenea, şi la procedeul de prognoză şi avertizare a udărilor, având la bază bilanţul apei în sol, în care consumul de apă al plantelor

se calculează pe baza cantităților de apă evaporată din evaporimetrul Bac clasa A, corectat cu coeficienții de transformare (Kt), incluși în prezenta lucrare, pentru diferitele culturi și diferitele condiții pedoclimatice. Tot în ceea ce privește prognoza și avertizarea udărilor menționăm că în exploatare, pe plan mondial se utilizează o multitudine de metode printre care cea bazată pe relația dintre consumul plantelor și cel rezultat indirect prin alte mijloace, cum ar fi, spre exemplu, evaporația. La noi s-a adoptat aceea care utilizează evaporimetrul Bac clasa A, care s-a dovedit mai indicată, verificată și în condiții de producție. Este necesar să menționăm faptul că metodologia de dimensionare a amenajărilor de irigații trebuie să țină seama de coeficienții de corecție (Kc), obținuți din rezultatele la zi ale cercetărilor, privind necesarul de apă al plantelor. Același lucru este valabil și pentru activitatea de prognoză și avertizare a udărilor în exploatare, pentru care se oferă, de asemenea, datele cele mai recente privind coeficienții Kt, prezentați fie sub formă de tabele, fie sub formă de grafice, cum este mai indicat pentru metodologiile respective.

În continuare, în lucrare, înainte de a se trece la rezultatele cercetărilor privind *comportarea în exploatare a amenajărilor de irigații și inclusiv evoluția teritoriului inclus în aceste amenajări*, se face o scurtă prezentare a *tipurilor de amenajare și a metodelor de udare* utilizate cel mai frecvent în România. Aceasta evident pentru a se putea înțelege într-un mod cât mai corect influențele factorilor naturali (climă, sol, geomorfologie, hidrogeologie etc.) alături de cei antropici (componentele sistemelor de irigație: rețele de canale și de conducte, stații de pompare etc., inclusiv apă de irigat), asupra comportării, respectiv a evoluției în timp a teritoriului amenajat. Subliniem încă o dată interrelațiile care se stabilesc în timp, care până la urmă conduc și la inerente efecte, care pot fi prevăzute numai în totală cunoștință de cauză. Dacă avem în vedere spre exemplu unele efecte negative posibile în legătură cu modificări afectând componente ale mediului înconjurător, luarea unor măsuri de preîntâmpinare, evident nu se poate face decât având la bază cunoștințe profunde bazate pe un asemenea gen de cercetări. Așa după cum s-a mai arătat, acestea se referă în principal la comportarea componentelor amenajărilor de irigații în procesul exploatării, în paralel cu evoluția unor factori de mediu dintre care cei mai importanți: apa freatică din punct de vedere al nivelului și chimismului și solul sub aspectul stării ameliorative (eventualele tendințe de degradare prin înmlăștinire sau sărăturare secundară etc.).

Din cercetările de până în prezent, desfăşurate pe lungi perioade (25-30 ani), modificările mai importante s-au produs în ceea ce priveşte nivelul apei freatice. Chimismul s-a menţinut în general între 0,5 şi 1 g/l în sistemele de irigaţii din Câmpia Olteniei şi în cele din Dobrogea, iar între 1 şi 2 g/l în sistemele din Câmpia Burnazului şi în unele sisteme din Bărăgan. Depăşirea acestor limite a fost rară. Concomitent, s-au avut în vedere înregistrări ale evoluţiei factorilor climatici, caracteristici perimetrelor amenajate pentru irigaţii.

Concluzionând, se poate spune că programul de cercetare la care anterior s-a făcut referire, iniţiat la ICIFP şi continuat în ICITID, are în vedere atât acumularea cunoştinţelor necesare, cât şi elaborarea soluţiilor adecvate privind folosirea în condiţii cât mai raţionale a apei de irigat. Aceasta începând cu obţinerea de rezultate privind *necesarul de apă al plantelor cultivate* (consumul de apă total constituit din cel provenit pe cale naturală, din precipitaţii, completat cu cel suplimentat prin irigaţii) şi continuând cu *modul de utilizare al apei de irigat* (distribuţie, contorizare, randamente hidraulice), la care se adaugă, de asemenea, investigaţiile în legătură cu monitorizarea amenajărilor de irigaţii (factori naturali şi antropici).

Pornind de la cunoştinţele acumulate pe baza cercetărilor privind necesarul de apă al plantelor cultivate şi terminând cu impactul asupra mediului al amenajărilor de irigaţii, considerăm că toată problematica se regăseşte cuprinsă într-un circuit bine definit, asupra căruia elementul uman poate acţiona pentru obţinerea celor mai bune rezultate în agricultură şi în final, în folosul societăţii.

Lucrarea este elaborată aproape în întregime pe baza unor cercetări constituite într-un program organizat, pentru ca investigaţiile efectuate să răspundă unor cerinţe proprii agriculturii româneşti, cu soluţii care nu pot fi preluate din afară având în vedere, în primul rând, specificitatea cadrului natural al ţării noastre. Toate acestea pornind de la scopul principal urmărit şi anume: obţinerea beneficiilor scontate de pe urma aplicării irigaţiei pe diferite termene (scurt, mediu şi lung) în contextul menţinerii echilibrului ecologic şi îmbunătăţirii continue a factorilor de mediu.

Folosirea unor maşini, utilaje şi echipamente performante, fie autohtone ca proveniență, fie din afară, în sprijinul acţiunii de promovare şi perfecţionare a irigaţiilor în România nu poate fi decât benefică, dar aceasta ca şi altele numai pe fondul cunoaşterii în profunzime a ceea ce este adecvat condiţiilor ţării noastre. De fapt, tot ce este prevăzut în lucrarea de faţă este în relaţie cu o multitudine de factori, al căror mecanism foarte com-

plex se înscrie în anumite coordonate, care numai avute strict în vedere sunt în măsură să conducă la rezultatele scontate, benefice pentru producă ției agricole, favorabile în primul rând agriculturii, dar cu reflectare asupra întregii noastre economii naționale.

În final, considerăm cu toată convingerea că, folosirea irigațiilor în țara noastră nu trebuie privită numai ca o măsura dedicată în întregime obți nerii unor profituri economice imediate, elemente care sunt de altfel avute în vedere cu prioritate în prezenta lucrare. Mai presus de aceasta însă scopul principal (care de fapt nu-l exclude nici pe cel anterior) este crearea condițiilor pentru stăpânirea de către om a unuia din principalii factori de producție, și anume *apa*, pentru ca într-adevăr să se realizeze condițiile indispensabile practicării unei *agriculturi durabile*, incluzând cele două principale componente: cantitate - calitate.

Capitolul 1

IRIGAȚIA, MĂSURĂ PRIORITARĂ PENTRU PRACTICAREA UNEI AGRICULTURI DURABILE ÎN ROMÂNIA (NECESITATE, ISTORIC, PREZENT)

1.1. OPORTUNITATEA FOLOSIRII IRIGAȚIILOR ÎN ROMÂNIA

Producțiile plantelor cultivate, indiferent de natura acestora (culturi agricole, horti-viticole etc.), sunt nemijlocit legate, în principal, de factorii privind clima şi solul, caracteristici unor anumite zone. Se poate vorbi astfel de o interrelație dintre plantă, pe de o parte şi climă şi sol, pe de altă parte, care, în funcție de modul cum evoluează în timp, poate conduce la rezultate caracterizate prin diferite grade de favorabilitate în ceea ce priveşte recoltele posibil a fi obținute. Aici trebuie menționat un fapt important şi anume că, relațiile între diferiții factori care se intercondiționează pot fi influențate şi uneori chiar dirijate de către om, în sensul în care să se poată ajunge cât mai aproape de rezultatele dorite. Se cunoaşte de altfel faptul că atunci când se intervine asupra unor factori care includ şi pe cei care survin de la natură, nu se pot întotdeauna realiza unele previziuni, indiferent cu câtă competență şi precizie s-ar acționa. Totdeauna rămâne o anumită doză de incertitudine, care însă nu trebuie să ajungă până acolo încât să pună în discuție oportunitatea acțiunii care trebuie a fi întreprinsă. Concret, toate posibilitățile care stau la îndemâna omului trebuie utilizate până la epuizare, la nivelul stadiului respectiv de cunoaştere.

În ceea ce priveşte *clima*, pentru viața plantelor, au importanță cu precădere următoarele elemente: temperatura aerului, inclusiv *a solului, radiația, precipitațiile, umezeala aerului, presiunea atmosferică şi regimul eolian*. Între aceste elemente există o interdependență, precum şi o mare variabilitate de situații care se manifestă în timp şi în spațiu, fapt care are ca urmare o continuă schimbare a vremii, la intervale câteodată foarte scurte (uneori chiar de la o zi la alta) şi la distanțe, de asemenea, reduse. Aceasta datorită numărului mare de combinații posibile între toate aceste elemente la care s-a făcut anterior referire. În acelaşi timp, planta pe întreaga peri-

ciclu de vegetație se află inerent sub influența climatului. Această influență se resimte atât asupra procesului de creștere, cât și asupra cantității și calității recoltelor.

Dintre elementele care compun clima, precipitațiile au influența cea mai mare. Astfel, în situația unui deficit de umiditate pronunțat, se reduce ritmul creșterilor vegetative și de asemenea sunt perturbate procesele de fecundare și legare. În asemenea condiții are loc un dezechilibru între eliminarea apei prin transpirație și absorbția apei prin sistemul radicular, având ca urmare în cele mai multe cazuri ofilirea frunzelor și zbârcirea (șiștăvirea) boabelor, cu reflectare în cantitatea și calitatea producțiilor. În ceea ce privește temperatura, la scăderi ale acesteia în sol de până la 2 ÷ 3 °C, plantele nu mai pot absorbi apa după cum, în cazul unor valori prea ridicate în timpul perioadei de vegetație, anumite procese fiziologice sunt profund stânjenite. Umiditatea aerului are, de asemenea, o influență importantă în creșterea și fructificarea plantelor, în sensul că o anumită umiditate scăzută în timpul înfloritului provoacă uscarea grăunciorilor de polen, determinând o fecundare incompletă. Un efect negativ se resimte în perioada umplerii bobului de grâu, porumb, floarea-soarelui etc., când datorită secetei atmosferice, se produce șiștăvirea boabelor.

O asemenea situație a avut loc, spre exemplu, pe întreg întinsul Câmpiei Olteniei în perioada de vegetație a anului 1993, când recoltele au fost puternic diminuate nu numai din cauza lipsei apei din sol, dar și din cauza secetei atmosferice (N. Grumeza și colab., 1994).

La fel de păgubitoare în ceea ce privește desfășurarea proceselor fiziologice ale plantelor, o constituie și umiditatea prea ridicată a aerului, când sunt perturbate atât transpirația, asimilația, înflorirea cât și polenizarea inclusiv fecundarea.

În ceea ce privește succesiunea anilor excedentari sau deficitari în precipitații, respectiv perioadele de timp caracterizate prin anomalii puternice sub aspectul precipitațiilor (perioade ploioase sau secetoase), după O. Berbecel și colab. (1981), acestea nu sunt distribuite întâmplător în evoluția vremii. Astfel, aproape întotdeauna grupările de sens contrar (deficitare sau excedentare) se învecinează, respectiv perioadele ploioase și foarte ploioase sunt urmate de intervale de timp secetos și foarte secetos. După autorii mai sus citați, există în acest sens o exprimare a legii unității contrariilor în succesiunea perioadelor ploioase și secetoase. Apariția unei perioade de 1-3 ani, în care predomină timpul ploios și foarte ploios, „anunță" în mod logic apariția unei perioade de sens contrar. Cu alte cuvinte, se spune că

ploile prevestesc seceta. Tendinţa de grupare a fenomenelor, de alternare a contrariilor nu este specifică numai precipitaţiilor. Aceleaşi legi guvernează şi fluctuaţia altor elemente ale climatului (temperatura, presiune atmosferică etc.).

Fluctuaţiile cele mai puternice ale precipitaţiilor se semnalează în zonele din sud-estul ţării unde şi valorile lunare variază de la 1 mm la 300 mm, iar cele anuale de la 250 mm la 1000 mm (Berbecel şi colab., 1981).

În cursul celei mai lungi perioade de secetă (1945-1952) din sudul şi estul ţării, s-a produs o scădere treptată a rezervelor de umiditate din straturile profunde ale solului şi în mod implicit a nivelului apelor freatice. Spre sfârşitul acestei perioade (în anii 1950-1952), nivelul apelor freatice înregistra cele mai mari adâncimi din ultimele decenii. În zonele vestice şi nordice ale ţării fenomenele de secetă au fost mai atenuate.

Perioadele cu ploi abundente sunt determinate în mod deosebit de pătrunderile maselor de origine atlantică şi mediteraneană, amplificate în zonele deluroase de culmile Carpaţilor.

Printre anii cei mai bântuiţi de secetă în ţara noastră, în secolele XVIII şi XIX se numără: 1759, 1794, 1815, 1859, 1865, 1873, 1879, 1883, 1894 şi 1898, iar în secolul XX anii: 1904, 1918, 1934, 1946, 1950 şi anul 1968 (este vorba de secete generale acoperind întreg teritoriul României). În ceea ce priveşte grupele de ani secetoşi din secolele XIX şi XX, după O. Berbecel şi colab., acestea se prezintă după cum urmează: 1872, 1873, 1874 şi 1875; 1879 şi 1880; 1898 şi 1899; 1902, 1903 şi 1904, 1916, 1917 şi 1918; 1934 şi 1935; 1942 şi 1943; 1945, 1946, 1947, 1948, 1949 şi 1950; 1962, 1963 şi 1964; 1967 şi 1968. Lucrarea care este folosită ca sursă bibliografică a apărut în 1970. Ulterior au mai apărut şi alte grupe de ani secetoşi, cum ar fi anii 1992 şi 1993, care au afectat îndeosebi anumite părţi ale teritoriului României; au mai urmat şi alţii, printre care 2000 şi 2002.

În ceea ce priveşte unii ani pronunţat secetoşi cu efecte catastrofale asupra recoltelor, menţionăm însemnările cronicarului Grigore Ureche, care, în lucrarea „Letopiseţul Ţării Moldovei", pomenind de anul 1585, an reprezentativ sub acest aspect, menţionează următoarele: „în acest an seceta a fost atât de mare încât au secat toate izvoarele şi bălţile, iar înainte unde se prindea peşte, se ara apoi cu plugul".

Referindu-ne la consemnările şi ale altor martori ai unor asemenea evenimente, spicuim în continuare cele menţionate de C. Garoflid (fost mare proprietar de pământ, autodidact şi fost ministru al agriculturii: „ *Anul 1918*

a fost cel mai cumplit an de secetă pe care l-am apucat. La Smeeni (jud. Buzău) am recoltat numai jumătate din sămânța de grâu și doi – trei saci de porumb la pogon. La Țintești (localitate din același județ) nu am cules nimic, nici măcar un fir de pai" (Garoflid C., Agricultura veche, 1943).

În legătură cu repartiția lunară a precipitațiilor, trebuie făcută precizarea că luna iulie are un rol hotărâtor pentru porumb, floarea-soarelui, soia, dar și pentru alte culturi agricole cum ar fi cartoful, sfecla de zahăr, plantele furajere, cultura a doua după grâu, orz sau secară etc. Aceasta datorată puterii evaporante foarte ridicate a atmosferei ca o consecință a temperaturilor mari și deficitului de saturație din atmosferă. Totodată, aici se adaugă și ritmul de creștere deosebit de energic ca și suprafața foliară foarte mare la majoritatea culturilor. Este, de asemenea, important a se cunoaște faptul că în această lună plantele prezintă sensibilitatea cea mai mare față de deficitul de apă din sol și din atmosferă, ca urmare a desfășurării unor importante procese biologice. Pentru aceste considerente, fluctuațiile rezervei de umiditate din sol exercită o influență determinantă asupra producțiilor. Astfel, la precipitații sub 40 l/m^2, înregistrate în această lună, producțiile rezultate sunt mediocre sau chiar proaste, indiferent de condițiile anterioare. Din punct de vedere al cerințelor față de rezerva de apă din sol, luna august prezintă importanță aproape în aceeași măsură ca și luna iulie pentru anumite culturi cum ar fi: porumbul, soia, sfecla de zahăr, plantele furajere etc. În zonele din țara noastră, la care s-a făcut anterior referire (partea de sud și sud – est), doar cca 40% din cantitatea de apă necesară este asigurată de precipitațiile căzute. Trebuie precizat faptul că evapotranspirația ridicată a culturilor prășitoare și furajere îndeosebi este o consecință a temperaturilor ridicate prelungite în timp ca și a deficitului de umiditate din atmosferă. Într-o oarecare măsură, necesarul de apă pentru desfășurarea unor procese biologice în luna august este ceva mai redus, deoarece cea mai mare parte a masei vegetative este deja realizată. De aceea și sensibilitatea față de deficitul de umiditate este mai mică.

Efectul precipitațiilor mai scăzute asupra producțiilor este, de asemenea, mai redus în luna august, comparativ cu luna iulie. Nerealizarea potențialului de producție la porumb ca și la alte culturi prășitoare se datorează în afara deficitului anual de precipitații (este vorba, în principal, de Câmpia Română și Dobrogea) și distribuției nefavorabile a acestor precipitații pe parcursul perioadei de vegetație.

Așa după cum a rezultat din cele expuse anterior, în perioada cu cerințele cele mai mari față de apă ale culturilor prășitoare și furajere (luna

iulie şi prima jumătate a lunii august) se înregistrează şi deficitul de umiditate cel mai acut. Rezultă foarte clar că intervenţia cu suplimentarea cantităţilor de apă pe cale artificială, prin irigaţii, apare ca o măsura strict necesară, fără de care nu se poate conta pe obţinerea unor recolte mari şi stabile de la un an la altul. Este cunoscut faptul că unele măsuri agrofitotehnice pot contribui la utilizarea mai raţională a apei din sol, în special la conservarea un timp mai îndelungat a acesteia, prin reducerea evaporaţiei în primul rând, dar şi alte procedee. Trebuie precizat însă faptul că se pot iniţia asemenea măsuri şi procedee, dar acestea trebuie să se raporteze la ceva care de fapt există. Când însă acest element nu este prezent se pune problema oportunităţii acestor măsuri. Mai concret, în lunile excesiv de secetoase, când apa în sol lipseşte practic în totalitate, evident că unele măsuri de utilizare raţională sau de conservare nu mai au obiect. În asemenea situaţii trebuie să se acţioneze cu metode radicale, cum ar fi irigaţia spre exemplu, care trebuie să completeze ceea ce de fapt lipseşte, respectiv apa necesară plantelor.

Făcând o analiză asupra recoltelor în legătură cu caracteristicile climatice ale ţării noastre considerăm că este foarte important a se avea în vedere şi studiul efectuat de un reputat specialist în domeniu, Ernest Gayraud, intitulat: „*Problema apei şi irigaţiilor în agricultura României*" publicat în anul 1930 în revista „Viaţa agricolă".

În cadrul acestui studiu, autorul mai sus-citat menţionează, chiar de la început, următorul fapt şi anume că: „*ceea ce determină abundenţa sau sărăcia recoltelor noastre este prezenţa sau lipsa ploilor în general, dar mai ales în anumite momente critice din viaţa plantelor cultivate*". După care, în continuare, completează: „*Or, ploile importante obişnuiesc să lipsească tocmai în aceste momente hotărâtoare, pentru a cădea în supra-abundenţă în momentele mai puţin importante. În plus, ploile din epoca plinei vegetaţii obişnuiesc să cadă sub formă de averse, numai un procent foarte redus din apa ce se aduce e folosită de plante, majoritatea pierzându-se prin evaporaţie şi scurgere la suprafaţă*". Ce înseamnă aceasta pentru starea economică a ţării rezultă din următoarea frază: „*O întârziere de câteva zile în căderea unei ploi echivalează adesea cu tot atâtea miliarde pierdute*" (este vorba de nişte miliarde la nivelul anului 1930).

Pentru a sublinia necesitatea irigaţiilor în ţara noastră comparativ cu o ţara tot din Europa (Franţa), autorul citat anterior arată că, la nivelul anului 1930, Franţa practica irigaţia pe o scară foarte întinsă (suprafaţa amenajată în acest scop însuma cca 2.360.000 ha), deşi în această ţară precipita-

ţiile medii anuale erau cu cca 180 mm mai mari decât în ţara noastră. Pentru a se vedea şi modul cum erau repartizate precipitaţiile în perioada de vegetaţie (comparativ între aceste ţări), în tabelul 1.1 se prezintă situaţia din acest punct de vedere.

Tabelul 1.1

Repartiţia ploilor (mm) în România şi în Franţa
(după Gayraud, 1930)

Ţara	LUNAR												Anual
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
România	35	29	*40*	*47*	*67*	*89*	*71*	*52*	48	46	40	34	599
Franţa	36	50	*59*	*62*	*65*	*66*	*58*	*59*	68	47	75	64	772

Din datele prezentate în acest tabel se desprinde cu destulă claritate faptul că în lunile *mai, iunie, iulie şi august*, în care se desfăşoară principalele faze de vegetaţie, care de fapt condiţionează şi cuantumul producţiilor la principalele culturi prăşitoare (porumb boabe, soia, floarea-soarelui, cartof, sfecla de zahăr, porumb siloz cultura a doua etc.), precum şi la cele furajere, precipitaţiile medii însumate în România sunt mai reduse cu cca 30 mm decât cele din Franţa. Deci, ar rezulta ca şi nevoia de irigaţii să fie mai mare la noi decât acolo. Asemenea situaţie se constată şi la grâu. În Franţa precipitaţiile din lunile cu consum maxim (martie, aprilie, mai şi iunie) însumate au o valoare ceva mai ridicată decât în România. Facem precizarea că studiul la care ne referim a fost întocmit în anul 1930, prin urmare cu datele de până atunci.

După cum se vede, am ales pentru comparaţie o ţară europeană cu condiţii relativ asemănătoare cu cele ale ţării noastre, unde totuşi se înregistrează anual precipitaţii medii anuale mai mari, faţă de cele din ţara noastră. Conform datelor statistice, mai recent în Franţa se irigă o suprafaţă de 3.500.000 ha (Cazacu şi colab., 1989).

Gayraud (1930) menţionează faptul că St. C. Hepites (reputat specialist în climatologie din perioada primei jumătăţi a secolului XX), constată la rândul său că, în perioada 1891 – 1912, anii climatici s-au caracterizat după cum urmează: 2 ani foarte secetoşi, 5 ani secetoşi, 4 ploioşi şi un an foarte ploios.

Calculând după aceeaşi metodă, G.D. Elefteriu (specialist în acest domeniu) găseşte că în perioada 1896 – 1910, au fost: 10 ani secetoşi, 3 ani ploioşi şi 2 ani foarte ploioşi. Pe baza acestor elemente Gayraud concluzionează că climatul nostru se prezintă cu *65 – 70 %* ani secetoşi faţă de *30 – 35 %* ploioşi sau foarte ploioşi.

Recent, pe baza cercetărilor privind răspunsul culturilor agricole prin producţii la impactul unor factori climatici, în perioada 1990 – 1993, N. Grumeza şi colab. (1994) ajung aproximativ la aceleaşi concluzii şi anume că din 4 ani consecutivi analizaţi (1990, 1991, 1992 şi 1993), numai unul (1991) a fost favorabil culturilor agricole din punct de vedere pluviometric (e vorba în special de culturile prăşitoare şi furajere). În ceilalţi trei, recoltele au fost diminuate substanţial, datorită secetelor. Este important de reţinut faptul că din cei trei ani afectaţi de secete (1990, 1992 şi 1993), anul 1993 a produs un adevărat dezastru asupra culturilor prăşitoare, în mod deosebit în *Câmpia Olteniei* şi parţial în cea a Burnasului, când, datorită secetei puternice care s-a abătut asupra acestor teritorii, recoltele au fost compromise practic total, fapt care se poate constata din tabelul 1.2, unde se prezintă comparativ producţia din cei 4 ani consecutivi la care anterior s-a făcut referire. Se confirmă din acest tabel situaţia constatată şi de specialiştii anterior menţionaţi, şi anume că proporţia anilor secetoşi la noi în ţară poate depăşi 70% din numărul total al anilor climatici. Din acest tabel se constată că în condiţii naturale (martorul neirigat) la porumbul pentru boabe, în anii 1990 şi 1992, în câmpurile experimentale din Oltenia, producţiile s-au înscris între 1,5 t/ha şi 3,1 t/ha. În schimb, în 1993, tot în Oltenia, producţiile s-au compromis practic total. Situaţia deosebit de gravă înregistrată în anul 1993 în Câmpia Olteniei, inclusiv în zona învecinată în partea estică, în ceea ce priveşte recoltele, se explică şi prin faptul că seceta puternică din sol a fost însoţită şi de o secetă atmosferică, care a avut ca urmare perturbaţii în derularea unor procese fiziologice ale plantelor.

Datele din tabelul 1.2 pun în evidenţă totodată nivelurile ridicate de producţie din anul 1991, an foarte diferit din punct de vedere climatic, al regimului pluviometric în special, faţă de ceilalţi trei, la care s-a făcut anterior referire (tabelul 1.3). Se observă diferenţa de producţie de la simplu până la de 5-6 ori şi chiar mai mult, în unele amplasamente. Astfel, spre exemplu, în câmpul experimental Maglavit, în timp ce în anii 1990 şi 1992 producţiile la porumb au fost 2,5 t/ha şi, respectiv, 3,1 t/ha, în 1991 s-au obţinut 13,3 t/ha; la Şimnic, faţă de 1,5 t/ha şi 2,1 t/ha, cât s-au obţinut în 1990 şi 1992, în 1991 s-au obţinut 8,2 t/ha; la Caracal, în 1990 şi 1992 s-au obţinut 2,4 t/ha şi, respectiv, 2,3 t/ha faţă de 11,1 t/ha în 1991.

În anul 1993, la Maglavit şi Şimnic, producţia s-a compromis total, iar la Caracal a fost de 0,9 t/ha. O situaţie asemănătoare se întâlneşte şi în cazul celorlalte culturi (sfecla de zahăr, lucerna, soia, floarea-soarelui etc.).

Tabelul 1.2

Producții obținute (în t/ha) în condiții naturale şi prin aplicarea irigației în unele câmpuri experimentale din Câmpia Olteniei, din rețeaua ICITID Băneasa – Giurgiu, în perioada 1990-1993

Punctul experimental	Anul	GRÂU		PORUMB B.		SFECLA DE ZAHĂR		LUCERNĂ		SOIA		FL.-SOARELUI		CARTOF	
		N	I	N	I	N	I	N	I	N	I	N	I	N	I
MAGLAVIT DOLJ	1990	4.3	6.6	2.5	16.3	12.7	79.0	25.2	90.3	0.4	3.4	0.6	3.7	6.7	44.3
	1991	5.5	7.5	13.3	16.3	30.9	57.5	39.0	55.8	3.3	4.2	2.4	3.7	18.0	33.4
	1992	4.5	6.2	3.1	9.8	12.4	31.4	23.8	43.3	0.5	2.2	1.2	2.3	8.6	22.6
	1993	2.8	8.1	0.0	8.9	8.3	55.7	7.2	69.8	0.0	3.1	0.0	2.9	0.5	29.0
Media producțiilor pe perioada: 1976-1990		4.2	6.4	5.0	14.1	27.4	67.9	28.2	68.8	1.3	3.7	1.5	3.4	11.4	37.6
ŞIMNIC DOLJ	1990	5.8	7.5	1.5	12.2	24.5	53.7	1.5	53.3	1.3	3.6	1.1	3.5	10.2	25.2
	1991	6.2	7.7	8.2	12.3	43.3	58.4	44.1	55.4	2.7	3.4	2.6	3.3	17.2	21.7
	1992	3.3	5.8	2.1	11.9	20.2	54.6	4.4	51.8	1.0	3.1	1.1	3.1	13.3	22.5
	1993	3.8	6.3	0.0	10.3	0.0	51.0	1.4	50.8	0.0	2.9	0.0	2.8	2.0	21.7
Media producțiilor pe perioada: 1986-1990		5.4	7.5	4.0	12.3	28.0	53.9	9.9	55.0	1.6	3.6	1.7	3.6	13.2	23.4
CARACAL	1990	6.5	6.5	2.4	11.9	19.1	40.3	24.1	64.7	1.7	3.3	0.6	3.4	19.1	29.8
	1991	8.3	8.3	11.1	10.9	42.2	44.8	43.8	43.9	4.8	5.2	3.8	3.9	23.1	24.3
	1992	4.3	5.0	2.3	10.8	23.1	47.0	29.1	48.4	0.4	2.5	-	-	17.3	32.7
	1993	3.6	6.4	0.9	9.4	4.1	39.1	10.3	79.1	0.2	2.5	0.3	3.5	3.1	24.1
Media producțiilor pe perioada: 1970-1990		4.5	5.5	6.6	11.2	44.4	66.1	48.9	71.1	1.8	3.3	2.7	3.7	25.8	36.0

Notă: N = neirigat; I = irigat

Tabelul 1.3

Precipitații folosite de diferite culturi (P), norme de irigații (Σm) și consumul total de apă (ETRopt.) – mii m^3/ha, în perioada 1990-1993 (câmpuri experimentale ICITID din Câmpia Olteniei)

Punctul experimental	Anul	Porumb			Sfeclă			Lucernă			Soia			Fl.-soarelui		
		P	Σm	ETRopt.	P	Σm	ETRopt.	P	Σm	ETRopt.	P	Σm	ETRopt.	P	Σm	ETRopt.
Maglavit	1990	1.5	4.7	7.5	2.2	5.9	8.9	2.3	7.0	9.9	1.7	5.4	8.4	1.1	3.5	7.3
	1991	3.4	2.6	7.1	3.5	2.4	7.5	3.5	1.9	6.8	3.4	2.6	6.8	3.4	2.4	6.7
	1992	1.9	2.1	4.5	1.9	2.1	4.6	2.2	3.1	6.5	1.5	2.1	5.4	1.9	1.4	4.4
	1993	0.9	5.2	7.0	1.3	6.3	6.9	1.3	6.8	8.4	1.1	5.9	6.9	1.1	4.2	6.0
Şimnic Dolj	1990	1.7	3.5	5.5	2.0	3.5	6.0	2.0	4.0	6.4	1.4	3.5	5.3	2.0	2.5	5.0
	1991	3.1	1.5	5.0	3.7	2.0	5.9	3.9	2.5	6.1	3.7	1.5	5.5	3.7	1.0	5.0
	1992	1.6	3.3	5.4	1.6	3.8	5.4	1.6	4.0	3.7	1.6	3.8	5.9	1.6	2.8	5.0
	1993	1.2	4.0	5.5	1.2	4.5	6.2	1.2	4.5	5.9	1.1	4.0	5.5	1.0	3.5	4.6
Caracal	1990	2.1	2.0	5.3	2.1	2.0	4.9	2.1	3.4	5.7	2.1	2.0	5.2	2.0	1.3	4.0
	1991	5.1	0	6.6	5.1	0	6.4	5.1	0	6.6	5.1	0	6.1	5.1	0	6.6
	1992	2.2	1.3	5.0	2.2	2.0	5.5	2.2	2.6	6.0	2.2	2.0	5.9	-	-	-
	1993	0.6	3.2	4.1	0.7	3.2	5.2	0.6	5.1	5.8	0.7	3.2	5.0	0.6	2.6	4.0

Este de la sine înțeles că nivelul recoltelor obținute în câmpurile de cercetare este mai scăzut în condiții de producție, dar aceasta în ambele situații – atât la irigat, cât și la neirigat – diferența menținându-se însă, ceea ce contează de fapt în analizele care se fac privind oportunitatea irigațiilor în diferite zone naturale.

În ceea ce privește precipitațiile totale anuale, se constată că la Maglavit, spre exemplu, față de media multianuală de 536,5 în cei trei ani deficitari în precipitații: 1990, 1992 și 1993 s-au înregistrat 377 mm, 339,6 mm și, respectiv, 269,2 mm. În aceiași ani, la Șimnic s-au înregistrat 379,0 mm, 310,0 mm și 293,1 mm față de media multianuală de 538,5 mm, iar la Caracal 378,7; 392,8 și 215,6 mm față de 537,4 mm, media multianuală. În cadrul aceloraşi amplasamente, în anul 1991 s-au înregistrat 626,4 mm și, respectiv, 670,9 mm.

Constatăm o strânsă legătură între cantitățile de apă înregistrate din precipitații și producțiile obținute.

De altfel, legătura dintre climă și producție este exprimată astfel de Gayaud: *„Din punct de vedere agricol, caracterul climatic se determină prin influența pe care el o are asupra producției"*.

Același autor ajunge la concluzia foarte importantă și anume că o caracterizare climatică după criterii agricole este foarte greu de exprimat în formule matematice din cauza varietăților elementelor care concură la determinarea acesteia. Astfel, spre exemplu, caracterizarea pe baza raportului dintre media precipitațiilor fiecărui an și o cifră fixă reprezentând cantitatea de ploaie considerată ca ideală, deși considerată mai bună, oricum nu este perfectă, întrucât nu are în vedere și alte elemente care influențează viața plantelor, cum ar fi: repartiția în timp a precipitațiilor, temperatura, regimul eolian etc. Cu privire la această latură a problemei, autorul conchide că *climatul țării noastre se încadrează în rândul climatelor permanent secetoase.* Acestea mai ales pentru faptul că respectivul caracter secetos nu este imprimat în mod special de cantitatea medie a precipitațiilor anuale, cât mai ales de frecvența secetelor temporare, agravate de temperaturi foarte ridicate, în fazele hotărâtoare pentru viața plantelor. Dintr-un studiu întocmit de inginerul italian Villoresi, asupra contribuției căruia vom reveni în ceea ce privește propunerile de amenajări pentru irigații în țara noastră (în Bărăgan), citat tot de Gayraud, rezultă o serie de aspecte destul de relevante privind durata perioadelor de secetă. Se arată astfel că, în intervalul 1879-1898, durata medie a perioadelor de secetă a fost de 67 zile, ajungând până la 168 zile, în anul 1885 și 177 zile, în anul 1893.

Tot Gayraud, în legătură cu cerealele care se însămânţează toamna, mai notifică faptul că *„semănăturile de toamnă se fac târziu şi în condiţiuni rele, intră în iarnă rău răsărite şi mai adesea neînfrăţite din cauza secetelor din lunile septembrie şi octombrie"*. Apoi continuă cu următoarele remarci: *„În definitiv ceea ce am căutat să demonstrez este că climatul nostru, judecat din punct de vedere agricol, este mult mai secetos, decât apare dintr-o caracterizare după criterii pluviomnetrice şi că anii ploioşi, în înţeles agricol, sunt aşa de rari în climatul nostru, încât îi putem considera aproape inexistenţi"*.

În continuare, în legătură cu importanţa majoră a factorului *apă*, în conexiune şi cu alţi factori, face precizarea că experienţele în câmp au demonstrat că în practică, *îngrăşămintele chimice, nu se pot valorifica* din cauza lipsei de apă *„că deci în climatul nostru, pentru cea mai mare şi importantă parte din întinderea ţării, se reduce la un minim aproape de zero, putinţa de a folosi acest puternic mijloc de sporirea fertilităţii"*. În final, ajungem la concluzia că în agricultura României, *apa constituie factorul minim.* Ca urmare, *„în virtutea legii minimului, nivelul producţiei nu poate în nici un caz depăşi limitele determinate de acest factor, limite care sunt inferioare potenţialului celorlalţi factori de vegetaţie: căldură, lumină, sol etc."*

Urmează apoi soluţia: *„Din cele expuse până aici rezultă că pentru a obţine o producţie care să depăşească nivelul la care o limitează lipsa apei va trebui să recurgem la mijlocul radical care este IRIGAŢIA"*.

Concluzia generală a studiului anterior comentat privind irigaţiile în agricultura României, întocmit de E. Gayraud este următoarea: *„Irigaţia este deci oportună, ea constituind singurul mijloc de a folosi în optimum celelalte resurse naturale (fertilitatea solului, căldura, lumina) şi artificiale (îngrăşământ chimic, varietăţi de mare productivitate etc.) ce ne stau din belşug la îndemână, pentru a obţine recolte mari şi constante"*.

Evident, cele de mai sus se află în contextul climatului secetos, în care apa constituie factorul minim, pe de o parte, şi posibilitatea de aplicare a acestui mijloc de sporire a producţiilor (irigaţiile) pe suprafeţe importante, pe de altă parte.

Una din problemele pe care autorul amintit o consideră ca *prioritatea numărul unu*, care încă trebuia a fi elucidată în mod definitiv, era aceea a recoltelor ce s-ar putea obţine, prin folosirea irigaţiilor. În momentul de faţă, prin rezultatele cercetărilor efectuate în câmpurile experimentale ale ICITID, distribuite în diferite zone pedoclimatice de pe întreg teritoriul

agricol al țării, apreciem că există suficiente date pentru a se da răspunsul și la această problemă, considerând că, la nivelul actual, se pot aduce importante contribuții în legătură cu oportunitatea irigațiilor în România.

Evident, această categorie de studii și investigații, care sunt în curs de desfășurare sunt de natură să vină cu noi precizări, care urmează a se adăuga la cele cunoscute până în prezent.

Irigația, prin urmare, este o măsură cu care se intervine, în vederea asigurării regimului de umiditate din sol, în raport de cerințele plantelor cultivate (culturi agricole și horti-viticole), în perioadele în care se înregistrează deficite din acest punct de vedere. Necesitatea irigației este pusă în evidență de scăderea rezervei de apa din sol, sub un anumit plafon, cunoscut în rândul specialiștilor sub denumirea de „plafon minim al umidității solului", care are ca efect, reduceri semnificative ale producțiilor. Din cercetările efectuate, atât la noi în țară (M. Botzan, 1972), cât și peste hotare, mărimea acestui indicator este condiționată, în primul rând, de sol (tipul textural) și apoi, în măsură mai mică și de alți factori printre care și specificul culturii. Pornind de la aceste considerente, se poate defini și conceptul care se referă la oportunitatea irigațiilor. Astfel, este insuficientă aprecierea din care rezultă ca irigația ar fi necesară numai în zonele secetoase, caracterizate prin lungi perioade cu precipitații reduse și temperaturi ridicate, însoțite de cele mai multe ori și de vânturi frecvente. În anumite zone din țara noastră, Dobrogea sau Câmpia Bărăganului (cunoscute ca printre cele mai secetoase), plantele pot suporta uneori perioade mai lungi în care se manifestă asemenea fenomene, spre exemplu, comparativ cu unele situații din arealele unde regimul precipitațiilor este mai bogat, temperaturile mai scăzute, iar frecvența vânturilor mai redusă, dar cu soluri având o textură grea sau tinzând către aceasta. În cazul al doilea, întâlnit în special în zonele de piemont, unde sunt prezente soluri vertice și într-o oarecare măsură cele brun-roșcate, perioadele de secetă, deși mai scăzute, au un efect de multe ori egal sau chiar mai păgubitor asupra recoltelor culturilor. Aceasta, printre altele, și datorită crăpăturilor care se formează în sol uneori, de dimensiuni apreciabile atât în plan orizontal cât și vertical. Este cunoscut de altfel faptul că aerul atât de necesar inclusiv rădăcinilor plantelor, pe cât de benefic este atunci când pătrunde prin porii solului, pe atât de nociv este când ajunge prin intermediul acestor crăpături. De cele mai multe ori este pusă în pericol însăși viața plantelor. Bineînțeles însă că până să se ajungă aici, deficitul de umiditate se resimte în mod negativ și sub alte forme, asupra producțiilor în primul rând. În zonele deluroase, defi-

citul de umiditate este accentuat din cauza coeficientului redus de valorificare al precipitaţiilor, spre exemplu.

Ca urmare a celor menţionate anterior, aruncând o privire generală asupra situaţiei din ţara noastră, constatăm că, de fapt, pe aproape întreaga suprafaţă a terenurilor agricole există riscul compromiterii recoltelor, ca urmare a deficitului de umiditate în unele perioade, în anumiţi ani. Oricum, zonele avizate în primul rând în ceea ce priveşte necesitatea intervenţiilor cu măsuri, cum ar fi irigaţiile spre exemplu, se regăsesc în partea de sud şi sud-est a ţării, respectiv este vorba de Câmpia Română, Dobrogea şi partea de sud a Moldovei. În aceste zone s-au concentrat de altfel şi marea majoritate a amenajărilor de irigaţii, reprezentate de mari sisteme de irigaţii utilizând în cea mai mare măsură ca sursă de apă fluviul Dunărea. Totodată şi în alte zone agricole de pe teritoriul ţării noastre, cercetările efectuate în decursul timpului au scos în evidenţă sporuri mari de recoltă de la neirigat la irigat, dar oricum unele eventuale amenajări ale terenurilor în vederea extinderii irigaţiilor, se situează în etape viitoare, în ceea ce priveşte ordinea de prioritate. Desigur aceasta urmează a se stabili în urma unor studii şi calcule tehnico-economice bine fundamentate, care trebuie să constituie baza deciziilor care urmează a se lua în acest sens, de la caz la caz.

Deocamdată se pune problema utilizării amenajărilor existente care după cum se ştie înglobează o suprafaţă de cca 3,2 milioane de hectare şi care, în momentul de faţă, sunt nefuncţionale în marea lor majoritate din multe motive.

Pornind de la specificul natural caracteristic ţării noastre trebuie avut în vedere în permanenţă faptul că irigaţia nu este în principal o verigă tehnologică pentru obţinerea unui surplus de producţie. Cercetările efectuate pe lungi perioade de timp au demonstrat că în unii ani caracterizaţi prin precipitaţii survenite în raport de cerinţele plantelor (atât în ceea ce priveşte momentul cât şi cantitatea), producţiile obţinute ating nivelul celor obţinute în condiţii de irigaţii (un exemplu îl constituie situaţia din anul 1991, prezentată în tabelul 1.2).

Pagubele legate de cuantumul producţiilor se înregistrează în anii în care apa provenită pe cale naturală (prin precipitaţii) nu acoperă cerinţele plantelor, atât în ceea ce priveşte cantităţile, cât şi momentele în care survine.

Ca urmare, aspectul important asupra căruia s-a făcut şi anterior referire este acela că în condiţiile ţării noastre irigaţia reprezintă, de fapt, un corectiv care se aplică unui factor natural, în speţă precipitaţiilor, atunci

când acestea nu sunt prezente în perioadele şi în cantităţile reclamate de cerinţele plantelor. În asemenea situaţii, irigaţiile sunt într-adevăr un factor de sporire a producţiilor şi aceasta bineînţeles pornind de la un anumit nivel. Astfel, sporul de producţie poate fi mai mare în anii foarte secetoşi şi de cele mai multe ori în anii medii. Totodată însă este mic şi chiar nesemnificativ în anii ploioşi. Desigur, aceasta depinde şi de modul cum sunt repartizate aceste precipitaţii, după cum s-a mai specificat şi anterior. De asemenea, când este vorba despre o secetă, aceasta rareori se desfăşoară pe întreg teritoriul ţării. De cele mai multe ori însă afectează anumite zone (teritorii). Astfel, seceta din 1947 a avut un efect devastator în mod deosebit asupra părţii de răsărit a ţării (Moldova, inclusiv o parte din estul Munteniei), în timp ce aceea din 1993, spre exemplu, a cuprins în întregime teritoriul Olteniei, inclusiv o parte din judeţul Teleorman. O secetă care a avut un caracter mai general, incluzând aproape întreg teritoriul agricol al ţării noastre, s-a înregistrat în anul 2000, când în cinci amplasamente ale câmpurilor de cercetare ale ICITID (Oradea, Şimnic, Caracal, Mărculeşti, Valu lui Traian) perioada caldă (aprilie – septembrie), din punct de vedere climatic, a fost caracterizată ca excesiv de secetoasă.

Aceasta dacă ne referim la cele întâmplate într-o perioadă relativ mai recentă, ultimul secol, să zicem.

În ceea ce priveşte zonele care sunt în afara perimetrelor bântuite de secete frecvente, la care s-a făcut anterior referire, trebuie precizat, aşa după cum am mai specificat, că aici problema trebuie privită în mod diferit. În adevăr şi în cadrul acestor teritorii apar perioade cu deficit de umiditate, dăunător plantelor cultivate (reflectate în recoltele ce se obţin în asemenea cazuri), dar acestea au un efect incomparabil mai atenuat, concretizat în pagubele care se produc. Ca urmare, cel puţin pentru perioada actuală, atenţia trebuie îndreptată în primul rând către valorificarea cât mai raţională a amenajărilor existente pe suprafaţa de cca 3,2 milioane hectare. Este absolut inadmisibil ca eforturile făcute pentru realizarea acestei baze materiale atât de necesare pentru combaterea efectelor negative ale secetelor să rămână neutilizate, amenajări expuse unei continue degradări. În baza tuturor studiilor şi cercetărilor efectuate până în prezent rezultă că cel puţin pentru partea de sud şi sud-est a ţării, pentru practicarea unei agriculturi durabile, irigaţia apare ca o măsură obligatorie. Pentru celelalte zone lucrurile se prezintă diferit, aşa după cum am mai arătat. Astfel, pagube produse de apariţia unor perioade secetoase reflectate în producţiile obţinute se întâlnesc şi în zonele cu soluri vertice sau brune-roşcate, aşa cum am

mai arătat de altfel, acestea au însă o frecvență mai redusă și de cele mai multe ori se produc pe arii restrânse, în raport de condițiile climatice, foarte variate, specifice țării noastre. Cu cât se avansează către zonele umede, trecând bineînțeles prin cele subumede, rolul irigațiilor se diminuează treptat. Ca urmare, ținând cont de condițiile naturale ale țării noastre (climă, sol, relief și hidrogeologie, în primul rând) este greu de făcut o raionare eventual o zonare din punct de vedere al oportunității irigațiilor pe teritoriul agricol al țării noastre. Dacă se pornește de la considerentul că în final recoltele obținute în condiții naturale sintetizează în cea mai mare măsura caracteristicile acestor condiții, se poate utiliza orientativ situația producțiilor la principalele culturi agricole obținute în câmpurile experimentale ale ICITID amplasate în diferite zone pedoclimatice.

Rezultatele respective au la baza cercetări efectuate pe perioade lungi de cel puțin 15 – 20 ani, uneori chiar 30 de ani, realizate pe baza unei tematici unitare în cadrul căreia s-au avut în vedere soiurile de plante și agrotehnica recomandată de stațiunile de cercetări de profil din zonele respective. În ceea ce privește variantele irigate, s-a folosit un regim de irigare în cadrul căruia s-au aplicat norme de udare și de irigare prin care s-a menționat un plafon minim de umiditate recomandat ca cel mai indicat (pe baza unor cercetări anterioare), pentru diferite tipuri de sol.

Se face precizarea că, în felul acesta, nu s-a urmărit obținerea unor producții maxime, ci a unora care să corespundă cel mai bine unor cerințe tehnico-economice ca rezonabile, înțelegând prin acestea producții mari cu un consum de apă moderat.

Din examinarea datelor rezultă cu destulă claritate că sporurile de producție cele mai mari, ca urmare a aplicării irigațiilor, se obțin mai ales în zonele din sudul și sud-estul țării, menționate anterior ca fiind cele mai secetoase. Cele mai mici sporuri la principalele culturi (porumb etc.) se înregistrează în zonele din nordul țării (Suceava și Iași – punctul experimental Podu Iloaiei), în jur de doar 10 – 15%.

Așa după cum am arătat, este vorba de producții medii. Pe parcursul perioadelor de cercetare, producțiile au variat în intervale destul de largi. Sunt unii ani în care producțiile în anumite zone, datorită unor secete puternice au scăzut foarte mult, mergând chiar până la compromiterea totală, după cum au fost și ani în care producțiile obținute în condiții naturale (fără irigații) au fost egale cu cele care se pot realiza atunci când se aplică irigația. Un criteriu de apreciere în ceea ce privește oportunitatea irigației îl poate constitui eventual și frecvența anilor secetoși la diferite intensități.

Situații de acest gen întăresc de altfel constatarea anterior enunțată din care rezultă dificultățile care apar în legătură cu efectuarea unei analize detaliate asupra oportunității irigațiilor ținând seama de condițiile diferitelor zone naturale ale țării noastre. Din cele prezentate anterior rezultă totuși unele concluzii certe care sunt de natura să indice direcțiile principale către care trebuie îndreptată atenția în ceea ce privește rezolvarea problemei deficitului de umiditate, la nivelul stadiului cunoștințelor actuale. Printre altele, este important de reținut faptul că ceea ce s-a înfăptuit până în prezent, cel puțin din punct de vedere al construcției sistemelor de irigație existente, reprezintă un bun câștigat, care trebuie utilizat la maximum posibil. Chiar dacă ceea ce s-a realizat nu corespunde întrutotul exigențelor în ceea ce privește nivelul actual al tehnicii, privind amenajarea propriu-zisă a terenului, spre exemplu, trebuie reținute totuși câteva aspecte mai importante, care se focalizează în jurul unor constatări la care s-a ajuns până în momentul de față. Astfel, prima dintre acestea poate fi exprimată în aceea că, întregul teritoriu inclus în sistemele de irigații existente reprezintă zonele cele mai afectate de deficitul de umiditate. O a doua constatare este că aceste amenajări în cea mai mare măsură au asigurată sursa de apă pentru irigații, atât din punct de vedere cantitativ cât și calitativ, reprezentată în principal de fluviul Dunărea. Din această sursă sunt construite prize pentru preluarea apei în scopul irigării a cel puțin 75% din suprafața totală amenajată. Un fapt care de altfel a fost menționat și anterior este acela că solurile înglobate în aceste perimetre amenajate sunt caracterizate ca având în general cel mai ridicat potențial de fertilitate, comparativ cu celelalte soluri din țara noastră.

Pe de altă parte, trebuie menționat că toate marile amenajări de irigații care de altfel au fost realizate după anul 1970 au la bază soluții care au ținut pasul cu progresul tehnicii în domeniu, corespunzător stadiului din acea vreme, în sensul că rețelele de canale pentru aducțiunea apei de irigații sunt în general căptușite, iar rețeaua de distribuție a apei a fost constituită în cea mai mare parte din conducte îngropate (din azbociment și beton precomprimat). Unele dintre marile amenajări au fost dotate cu echipamente privind automatizarea electrică sau hidraulică a aducțiunii și distribuției apei pe canale deschise. Care este însă situația actuală, aceasta reprezintă o altă problemă, care include toate remedierile și completările necesare pentru revitalizarea acestor amenajări, prin acțiunea de retehnologizare care oricum nu mai suportă amânare. Aceasta pentru a se sista totodată și procesul de degradare, rezultat al sustragerilor și neîntreținerii corespunzătoare.

1.2. DIN TRECUTUL AMENAJĂRILOR DE IRIGAȚII DIN ROMÂNIA

Folosirea irigațiilor în România se pierde în negura timpului. Există astfel multiple referiri despre utilizarea irigațiilor încă din *perioada daco-romană*. Se irigau mai ales fânețele, printre alte zone cu precădere în Țara Făgărașului. În acest scop se folosea o metodă ingenioasă prin care apa era adusă la parcelele cu fânețe, pe cale gravitațională. Cursurile de apă, care se aflau multe la număr în această regiune, aveau pante foarte mari, fapt care înlesnea derivarea unor canale prin care se putea practica irigarea gravitațională și chiar construirea unor mori. Unele cercetări efectuate de prof. I. M. Gheorghiu* menționează că utilizând tehnica irigării gravitaționale, prin revărsare, în zona Făgărașului, în jurul anului 1960, se iriga încă o suprafață de cca 6.500 ha în 24 de așezări rurale, suprafață care ulterior s-a extins. Irigarea, pe lângă rolul de a umezi solul în perioadele secetoase (deși în zona se înregistrează precipitații cuprinse între 600 și 700 mm anual) mai contribuia și la fertilizarea acestuia prin aportul aluviunilor fertile, de către apa care le transporta. Udările se aplicau prin metoda revărsării, folosind parcele amenajate în acest scop.

În perioada de după venirea romanilor în provincia Dacia, regimul pășunilor și al fânețelor era diferit de cel care exista anterior în statul dac. Astfel, în cadrul unor obști erau utilizate în comun izlazurile, pășunile și apele. În ceea ce privește modul de preluare a apei din sursa care de regulă este un pârâu, această operație se execută utilizând materiale locale: bolovani, legături de nuiele etc., care dispar în perioada în care debitul acestora crește producând inundații, la viituri. Ulterior, aceste lucrări se refac, efortul mare constând din forța de muncă necesară, având în vedere că, așa după cum am arătat, materialele folosite sunt cele existente pe plan local.

I. M. Gheorghiu (1964) specifica faptul că irigațiile utilizate încă de pe timpul romanilor includeau pe lângă fânețe și importante plantații de pomi (meri în special). În prezent se mai întâlnesc irigații inclusiv la pomi, dar plantațiile sunt îmbătrânite, în declin, în cea mai mare parte.

Privită retrospectiv, *evoluția irigațiilor în România*, se constată faptul că în prima etapă, epoca romană la care ne-am referit, acestea nu s-au concentrat în zonele cele mai secetoase. S-au folosit cu precădere în zona pă-

* Gheorghiu I. M. și colab. „Contribuții la studiul solurilor de pe pășunile și fânețele naturale irigate din zona Berivoi-Sâmbăta". Lucrări științifice ale I.A.N.B., 1964.

șunilor montane, cum s-a văzut, unde precipitațiile medii anuale variază între 600 și 700 mm, și unde bilanțul hidrologic este, în general, excedentar, în Țara Făgărașului, Țara Loviștei etc. Într-o oarecare măsură, cu timpul, au coborât și mai jos, pe valea Oltului și chiar și pe cea a Dunării, sporadic, în preajma cetăților ridicate de romani, utilizându-se, cel mai des, ca surse pentru apă izvoarele, care aveau ca scop principal, apa pentru băut pentru locatarii cetăților.

Problema folosirii irigațiilor ca măsură de luptă împotriva secetelor în vederea combaterii deficitului de umiditate la culturile agricole, în zonele cele mai deficitare în precipitații s-a pus cu cea mai mare acuitate începând cu secolul al XIX-lea.

Datorită pagubelor aduse recoltelor culturilor agricole cauzate de secete, suportate de populație și sesizate de reputați specialiști în domeniu (unii dintre aceștia și proprietari de pământuri), în special începând cu secolul XX se fac chiar propuneri concrete prin proiecte de amenajare pentru irigații, în zonele cele mai bântuite de secete puternice și frecvente.

Astfel, Ion Ionescu de la Brad (1865) propunea irigarea fânețelor pe moșia Pantelimon, în vederea obținerii unor producții constante, indiferent de condițiile climatice și totodată a unor venituri mai mari. În acest sens pledează și marele agronom P. S. Aurelian, citat de St. Hepites (1906) care insista asupra faptului că aplicarea irigației să fie însoțită și de unele măsuri agrotehnice, cum ar fi arăturile de 30-40 cm, inclusiv fertilizarea pe bază de îngrășăminte organice.

Referindu-ne la studii și unele proiecte concrete privind posibilitățile de aplicare a irigațiilor în România sunt de remarcat studiile întocmite în anii 1890-1905 de către inginerul C. Chiru, care a investigat posibilitățile folosirii la irigații și la navigație a râurilor țării noastre. Pe această linie se înscrie și studiul întocmit de V. Roșu (1907). Pe baza acestuia, autorul menționează faptul că prin utilizarea râurilor care provin din Carpați, s-ar putea iriga, în Vechiul Regat, o suprafață de cca 150.000 ha. A mai studiat, de asemenea, un canal lung de 80 km, alimentat din Siret pentru irigarea unor mari suprafețe din Bărăganul de Nord. Propunea, de asemenea, folosirea și a altor râuri pentru irigarea unor suprafețe din Câmpia Burnasului și a Bărăganului. Susținea și efectuarea unor investigații în legătură cu debitele și nivelurile unor râuri în vederea utilizării la irigații, concomitent cu unele cercetări privind necesarul de apă al culturilor irigate.

O documentație de mai mare anvergură privind dezvoltarea irigațiilor în România o reprezintă anteproiectul întocmit de inginerul A. Davidescu,

în anul 1912, pentru irigarea Câmpiei Bărăganului. Acest anteproiect, cu adevărat îndrăzneţ pentru acea perioadă, avea în vedere irigarea unei suprafeţe de 1.300.000 ha situată în câmpia cuprinsă între Siret şi Argeş. Se prevedea folosirea irigaţiei gravitaţionale pe 900.000 ha, utilizând apa din râurile interioare, în primul rând din Siret; pentru 400.000 ha se prevedea utilizarea ca sursă de apă fluviul Dunărea, din care apa urma a fi preluată prin pompare, în lunile iulie şi august când debitul râurilor interioare era mai scăzut.

Principalul canal de irigaţie era prevăzut cu punctul de priza din Siret, în dreptul localităţii Adjud, urmând ca traseul său să străbată, până la râul Argeş, un parcurs pe la baza zonei colinare preluând şi apa din râurile pe care le traversa.

Acest mare canal de dimensiuni impresionante era prevăzut să aibă o lungime totală de 260 km şi pornind de la Adjud, urma să colecteze apele Putnei, Buzăului, Ialomiţei, Dâmboviţei şi Argeşului, traversând oraşele Focşani, Râmnicu Sărat, Buzău şi Bucureşti.

Era prevăzută şi o reţea navigabilă, însumând în total 1.600 km, pentru vase de 1.000 tone, precum şi centrale hidroelectrice cu o capacitate de cca 200.000 C.P.

Pentru acoperirea necesarului de apă al culturilor agricole era prevăzut un debit specific la hectar (hidromodul) de 0,28 l/s, care ulterior a fost considerat mult inferior faţă de ceea ce în mod real trebuie să fie.

La avizarea acestui anteproiect, în cadrul Ministerului Agriculturii şi Domeniilor au fost consultaţi o serie de specialişti români şi de peste hotare. Printre specialiştii străini menţionăm pe inginerii Wilcocks, Villoresi, Armand şi Grantz.

Inginerul W. Wilcocks din Anglia avea o bogată experienţă în amenajarea unor mari lucrări de irigaţii în Africa, iar Luigi Villoresi participase la efectuarea unor amenajări importante de irigaţii în Italia.

În concluziile rezultate de pe urma avizării acestei importante documentaţii privind irigarea Bărăganului, a fost unanim acceptată ideea oportunităţii irigaţiilor de către toţi participanţii. Au fost însă aduse obiecţii cu privire la calculul necesarului de apă considerat ca subdimensionat, în ceea ce priveşte debitele râurilor interioare, cât şi în stabilirea hidromodulului, fapt la care s-a făcut şi anterior referire.

Într-o documentaţie ulterior întocmită, inginerul Villoresi, propunea irigarea unei suprafeţe de 180.000 ha, situată în partea de nord a Bărăganului Central, în ceea mai mare parte cu alimentare din Siret şi în zona Slobozia – Urziceni, având ca sursă de apă râul Ialomiţa, în Bărăganul de

Mijloc. Merge cu un hidromodul de 1,1 l/s și utilizează în scopul irigației inclusiv lacurile de câmpie ca rezervoare compensatoare.

Tot ulterior întocmirii anteproiectului întocmit de inginerul român A. Davidescu, inginerul englez W. Wilcocks vine cu o soluție care, din punct de vedere al schemei hidrotehnice (mai ales în ceea ce privește canalul magistral din Siret), se suprapune în linii mari peste schema elaborată de inginerul Davidescu. De fapt și în ceea ce privește perimetrul total irigabil. Vine însă cu o propunere ca, anual, să se irige numai o treime din suprafața total amenajată, prin rotație, socotind că în felul acesta s-ar evita pericolul ridicării nivelului apei freatice. Astfel, se urmărea acoperirea necesarului de apă pentru irigat, utilizându-se numai debitul provenit din râurile interioare fără a se mai apela la fluviul Dunărea ca sursă de apă, prevăzută pentru o suprafață de 400.000 ha, în cazul documentației întocmite de inginerul român Davidescu.

Lipsa unor date certe, bazate pe cercetări cu privire la necesarul de apă al plantelor, a condus la diferența foarte mare în ceea ce privește mărimea hidromodulului care la Davidescu era de 0,28 l/s/ha, la Wilcocks de 0,5 l/s/ha, iar la Villoresi de 1,1 l/s/ha.

Lăsând la o parte aceste puncte de vedere diferite, ca de altfel și altele, mai puțin importante probabil, fapt unanim recunoscut de toți specialiștii a fost acela că, mai ales în anumite zone din țara noastră, irigarea este recunoscută ca o măsură absolut necesară, cu efect determinant în combaterea secetelor.

Din păcate, interesul pentru introducerea irigațiilor pe scară largă în România a apărut mai ales după unii ani excesiv de secetoși, sau după unele perioade de ani secetoși. Din acest punct de vedere poate fi exemplificat cazul în care Ministerul Lucrărilor Publice a invitat specialiști străini pentru a analiza posibilitățile de dezvoltare a irigațiilor în zonele secetoase. Așa s-au petrecut lucrurile când, după seceta din perioada 1865-1872, acest minister a adresat o asemenea invitație inginerului italian Gioia, care executase importante lucrări de irigații în Câmpia Padului. Astfel, la noi în țara, în anul 1874, inginerul Gioia a propus realizarea unui mare canal denumit „Canalul lui Traian", cu priza în Dunăre, în dreptul localității Drobeta Turnu-Severin, care urma să străbată pe la limita nordică, întreaga Câmpie a Dunării, până la Brăila, din care urma să se irige pe cale gravitațională importante suprafețe din cadrul acestui teritoriu.

Datorită unor motive de ordin tehnic, în primul rând, apoi financiare și la care probabil s-au mai adăugat și altele, ideea a fost abandonată. În urma

unor studii ulterioare s-a constatat că cel puţin soluţia pentru realizarea alimentării din Dunăre pe cale gravitaţională, aşa cum se propusese, nu avea o bază reală, susţinută de studii care să fundamenteze această posibilitate.

Din aceste considerente, vorbind de documentaţii cu abordare mai realistă şi cu justificări tehnice mai argumentate, în cadrul acestui capitol s-a început cu propunerile amintite, iniţiate la începutul secolului XX (Chiru, Roşu, Davidescu, Villoresi, Wilcocks etc.). De altfel, documentaţia întocmită ulterior în cadrul Institutului de Proiectări pentru Ameliorații (înfiinţat în anul 1951), documentaţia de proiectare privind irigarea Bărăganului avându-l ca şef de proiect pe inginerul Spiridon Boeru, în linii mari se aseamănă mult cu propunerile inginerilor A. Davidescu şi W. Wilcocks, mai ales în ceea ce priveşte Canalul magistral, atât ca amplasament al punctului de priză din râul Siret, cât şi ca traseu. Evident, documentaţia inginerului Boeru (întocmită la nivel de studiu general în perioada 1952-1953) s-a sprijinit pe studii mai aprofundate în ceea ce priveşte solul în mod deosebit, precum şi cu privire la necesarul de apă al plantelor, pe baza cercetărilor efectuate de secţia de specialitate a Institutului de Cercetări Agronomice al României (I.C.A.R.). Această nouă etapă, de după 1950, este nemijlocit legată de numele profesorului I. M. Gheorghiu, personalitate proeminentă în domeniu, care a contribuit efectiv la organizarea serviciului şi apoi a direcţiei de specialitate din Ministerul Agriculturii, la organizarea secţiei de cercetare de specialitate din I.C.A.R., la înfiinţarea Institutului de Proiectări pentru Ameliorații, precum şi la înfiinţarea şi organizarea primei facultăţi cu profil de îmbunătăţiri funciare de la Galaţi. Trebuie reţinut şi faptul că acest mare iniţiator şi organizator a tuturor organismelor din domeniul îmbunătăţirilor funciare, anterior amintite, a fost şi primul conducător al acestora (pe rând, iar la unele concomitent), timp în care a contribuit şi la orientarea activităţii acestora cu multă competenţă, pe un drum adecvat cerinţelor specifice problematicii din ţara noastră.

În legătură cu cercetările privind necesarul de apă al culturilor agricole irigate, inclusiv regimul de irigaţie, acestea au început în mod sistematic, organizat, în anul 1945, prin înfiinţarea de către academicianul Marcu Botzan a primelor câmpuri experimentale: unul la Mărculeşti, în centru Bărăganului şi altul la Studina, în Câmpia Romanaţilor. Ulterior, aceste cercetări au fost extinse prin înfiinţarea încă a unui câmp de cercetare la Moara Domnească pentru solurile brune-roşcate.

La Brăila, în anul 1953 a luat fiinţă o staţiune experimentală profilată pentru irigaţii (proiectant N. Grumeza).

În această etapă a fost elaborată și o metodă pentru calculul normei de udare. Pentru limita inferioară a rezervei de apă din sol admisă înaintea aplicării udării. M. Botzan a propus noțiunea de *plafon minim*, o prioritate în domeniu.

Necesitatea irigării viței-de-vie, inclusiv efectul benefic asupra umidității aerului în condițiile țării noastre a fost constatată de A. C. Garoflid (1943).

Primul mare sistem de irigații pentru irigarea culturilor de câmp, în mod deosebit a bumbacului s-a amenajat în 1952 în zona Călărași – Dichiseni, în suprafață de circa 12.000 hectare. Următorul, Stoenești, în județul Olt a început să se amenajeze în anul 1958, în prezent atingând o suprafață de circa 23.000 hectare.

În ceea ce privește evoluția suprafețelor amenajate pentru irigații se constată că saltul cel mai mare s-a produs după 1970, când și ritmul general al acestor amenajări a crescut vertiginos.

Trebuie precizat că, până în 1950, irigațiile în România se practicau aproape în exclusivitate pentru culturile de legume și orez.

Modul cum au evoluat amenajările de irigații din România, după anuarele statistice apărute în țara noastră, se prezintă în tabelul 1.4.

Tabelul 1.4

Dinamica suprafețelor amenajate pentru irigații în România

Nr. crt.	Anul	Suprafața amenajată în hectare
1	1938	15.400
2	1944	18.000
3	1950	42.500
4	1955	93.100
5	1960	199.700
6	1965	300.000
7	1970	731.300
8	1975	1.474.200
9	1980	2.300.000
10	1985	2.956.300
11	1990	3.215.000

În ceea ce privește modul cum s-au executat și exploatat aceste amenajări, realizate în cea mai mare măsură după 1970, problema este discutabilă. Evident că rezultatele trebuiau să se concretizeze în sporurile de producție, care trebuiau să se resimtă mai ales în anii secetoși. Din acest punct de vedere, problema îmbracă o foarte largă paletă de aspecte. Unul

dintre acestea ar putea consta în faptul că ritmul foarte alert de execuţie s-a resimţit în primul rând asupra calităţii. Astfel, deşi la baza realizării acestora, încă din proiectare s-au avut în vedere (cel puţin după anul 1970) utilizarea unor soluţii moderne (la nivelul tehnicii din acea vreme) constând din reţele de conducte îngropate pentru distribuţia apei, căptuşirea canalelor de transport a apei şi în unele cazuri folosirea unor dispozitive (metode) perfecţionate (automatizări), pentru distribuţia apei de irigat, toate acestea s-au făcut de cele mai multe ori sub presiunea unor termene impuse, iar rezultatele s-au concretizat în multe deficienţe care s-au făcut simţite după intrarea în funcţiune. Dacă analizăm, spre exemplu, soluţia adoptată la căptuşirea canalelor (dale prefabricare rostuite cu mortar de ciment), constatăm că materialul folosit la rosturi este complet necorespunzător mai ales pentru climatul nostru. Astfel, datorită succesiunii perioadelor de îngheţ-dezgheţ, mortarul utilizat la rostuirea dalelor se fisurează frecvent, fisurile în care pătrunzând apa se măresc treptat ca dimensiuni, ca urmare a dilatării acesteia datorită îngheţului. Evident, aceste fisuri reprezintă cauza majoră a pierderilor de apă prin infiltraţii. Cercetările efectuate în tematica programului privind exploatarea sistemelor de irigaţii din ICITID pun în evidenţă faptul că în această situaţie efectul căptuşelilor pe canale este foarte redus, ajungându-se la situaţii în care pierderile de apă prin infiltraţii pe canalele căptuşite să fie foarte puţin diferite de cele înregistrate pe cele necăptuşite (Cr. Kleps şi C. Tuşa, 1993). Folosirea chiturilor elastoplastice, utilizate în acest scop în multe ţări (promovate ce-i drept pe scara largă în ultimele decenii), a betonului monolit pus în operă cu maşini speciale, cum ar fi spre exemplu maşina „Rahco", dar mai ales a membranelor (foliilor) din mase plastice lestate cu dale din beton, reprezintă soluţii care trebuie avute în vedere la întocmirea documentaţiilor viitoare privind retehnologizarea amenajărilor de irigaţii, problema care se pune în mod stringent la noi în ţară. Pentru condiţiile zonelor cu substrat pronunţat loessoid (cu grosimi mari), unde sunt amplasate mari sisteme de irigaţie cum ar fi cele din Dobrogea (Carasu, Complexul Razim-Sinoe, Rasova-Vederoasa etc.), din sudul Moldovei (Câmpia Covurluiului) şi Bărăganul de Sud (Pietroiul- Ştefan cel Mare, Jegălia, Terasa Borduşani etc.), se pare că cea mai indicată soluţie ar fi aceea care utilizează membranele lestate cu dale din beton. Pentru canalele cu debite foarte mari de transport, respectiv cu secţiunii de dimensiuni mari, se pot utiliza şi membrane (folii) lestate cu pământ în straturi groase (pentru a se putea efectua lucrările de întreţinere mecanizat). Soluţia adoptată va trebui să aibă însă la

bază calcule tehnico-economice bine fundamentate care să ia în considerare cu mult discernământ materialele utilizate, consumul energetic, posibilităţi de realizare, implicaţiile în exploatare ca şi asupra mediului înconjurător etc. Oricum, comparaţia se va face ţinându-se seama bineînţeles, în primul rând, de costurile necesare fiecărei variante luate în studiu, dar şi de alte implicaţii care decurg, cele mai importante fiind enunţate mai sus. În context, trebuie menţionat faptul că în ţara noastră există un mare sistem de irigaţii ale cărui canale sunt căptuşite integral cu folii lestate cu dale din beton (Sadova - Corabia). Cercetările efectuate după intrarea în exploatare au demonstrat o foarte bună comportare a acestui tip de căptuşeală, în sensul că s-au eliminat aproape în totalitate pierderile de apă prin infiltraţii (Cr. Kleps şi C. Tuşa, 1992, V. Cotăran, 2002). Au apărut probleme numai pe tronsoanele de canal unde folia a fost descoperită, în urma sustragerii dalelor, sau pe porţiunile unde nu s-a realizat erbicidarea. Şi într-un caz şi în altul au apărut perforări ale foliei de către rădăcinile unor plante din flora spontană. Ca urmare, datorită acestor perforări, pe porţiunile respective de canale se produc şi pierderi din apa pentru irigat (V. Cotăran, 2002).

1.3. SITUAŢIA AMENAJĂRILOR DE IRIGAŢII DIN ROMÂNIA LA STADIUL ACTUAL

1.3.1. Unele probleme privind sursele de apă pentru irigat

În România, suprafaţa amenajată pentru irigaţii însumează, aşa după cum s-a mai specificat, cca 3,2 milioane hectare. Din cele expuse anterior, rezultă că ritmul de realizare al acestor amenajări a crescut mai ales după anul 1970.

Ca sursă principală de apă s-a utilizat fluviul Dunărea, râurile interioare în afară de Olt (a cărui regularizare s-a efectuat între timp), neoferind debite importante în etapa respectivă. De altfel, se cunoaşte că problema regularizării râurilor din interiorul ţării este deosebit de complicată, întrucât aceasta presupune luarea în considerare a întregului bazin hidrografic al fiecărui curs de apă, în cazul în care se doreşte o soluţionare rezonabilă prin care să se înlăture eventualele intervenţii ulterioare, spre exemplu. Astfel, se impune ca înainte de a se trece la efectuarea fiecărei categorii de lucrări, să existe studii temeinice, în ceea ce priveşte regimul scurgerilor lichide şi solide în întregul bazin, în primul rând, iar după aceea şi altele.

Majoritatea lacurilor de acumulare, realizate prin barajele executate în scopul regularizării, prezintă probleme legate de colmatarea cu debit solid, provenit de pe versanţii care însoţesc acest curs de apă. Unele probleme deloc neglijabile au apărut şi în legătură cu excesul de apă rezultat din infiltraţiile prin digurile executate tot în scopul menţionat. Ca urmare, s-au elaborat soluţii şi unele au fost chiar aplicate, dar deocamdată sunt încă importante suprafeţe de teren agricol, afectate de exces de umiditate, ceea ce evident conduce la diminuarea recoltelor, datorită în principal unor impedimente care apar frecvent, în efectuarea lucrărilor de întreţinere a culturilor agricole. Pe lângă acestea, mai sunt şi altele, asupra cărora nu vom insista. Oricum, problema nu este simplă, ca să nu mai vorbim de eforturile financiare care trebuie făcute pentru realizarea şi întreţinerea unor asemenea lucrări care, odată executate, îşi diminuează efectul, începând încă din primii ani de la darea în exploatare în cazul lipsei unei întreţineri corespunzătoare. Problema nu se opreşte însă aici. Când se porneşte la o asemenea acţiune, se are în vedere o analiză de ansamblu a situaţiei (aşa cum s-a precedat şi în alte ţări cu experienţă în domeniu), analiză care în multe cazuri trebuie să aibă în vedere inclusiv o conectare interbazinală care poate să se desfăşoare în mod diferit, de la caz la caz, în funcţie de condiţiile locale date.

Apare evident, prin urmare că, ţinând seama de cele expuse anterior, sursa principală de apă pentru irigaţii, disponibilă la aceea vreme (perioada în care s-a declanşat acţiunea de realizare a marilor amenajări pentru irigaţii) era reprezentată de Dunăre, corespunzătoare atât în ceea ce priveşte debitul necesar, pe de o parte, cât şi din punct de vedere al calităţii, pe de altă parte. Legislaţia în vigoare, referitoare la utilizarea cursurilor de apă care străbat mai multe state, nu ridica probleme în ceea ce priveşte ţara noastră; mai mult decât atât poate chiar era în avantaj.

Folosirea Dunării, ca sursă de apă, se coroborează totodată cu prezenţa acesteia în vecinătatea celor mai secetoase zone din ţara noastră, atât în ceea ce priveşte numărul, cât şi frecvenţa perioadelor cu deficit de umiditate (sărace în precipitaţii şi cu evapotranspiraţia foarte ridicată). În aceste zone, după toate studiile şi cercetările efectuate, irigaţia apare ca o măsură aproape obligatorie pentru toate categoriile de culturi agricole şi horticole. Pe de altă parte însă, cunoscut fiind că nivelul apei din acest fluviu prezintă mari fluctuaţii în cursul perioadei de vegetaţie, folosirea apei pentru irigat nu se putea face decât prin staţii de pompare plutitoare. Or, este cunoscut faptul că asemenea obiective necesită mari investiţii, fapt

care impune reducerea la minimum necesar a numărului acestora, în sensul concentrării unui număr cât mai mare de utilaje și echipamente amplasate pe asemenea "nave", de unde rezultă și mărimea suprafețelor deservite de respectivele stații de pompare. În felul acesta au rezultat mari sisteme hidroameliorative, cu canale de aducțiune de dimensiuni importante, însoțite de celelalte construcții hidrotehnice, corespunzătoare unor asemenea situații. Evident, la vremea respectivă s-au efectuat și calculele economice, social-economice și, respectiv, de fezabilitate, care justificau asemenea soluții, ținând seama bineînțeles și de orografie, geomorfologie, reliefu terenului etc.

În prezent, odată cu retehnologizarea amenajărilor de irigații (acțiune care nu mai poate întârzia, fiind impusă în cea mai mare măsură de considerentele la care anterior s-a făcut referire), se pot reconsidera și unele soluții avute în vedere cu mulți ani în urmă privind folosirea pentru irigații a apei din fluviul Dunărea. Studiile și cercetările, inclusiv experiența de până în prezent, își vor spune cuvântul în ceea ce privește măsurile care ar putea să conducă la unele îmbunătățiri. Toate acestea se bazează pe studii, analize și calcule de fezabilitate rezultate în lumina realităților cu care se confruntă țara noastră.

În legătură cu *sursele de apă*, necesare și posibile a fi utilizate pentru irigații, se pot spune multe, mai ales în ceea ce privește perspectiva. S-a vorbit în primul rând despre Dunăre, care este legată cel mai mult de amenajările existente, situate, așa după cum s-a arătat, în zonele care necesită în cea mai mare măsură folosirea irigațiilor (Câmpia Română și Dobrogea).

Facem specificarea că prin Câmpia Română am înțeles întreg ansamblul de câmpii constituit din cea a Olteniei, Burnasului, Bărăgan, inclusiv parțial sudul Moldovei.

Tot pentru irigații mai pot fi utilizate și alte surse în cazul în care se vor considera necesare noi suprafețe care ar necesita asemenea amenajări. Se poate recurge la râurile interioare prin regularizare, așa după cum am mai spus, la apa subterană, bazine de retenție etc. Toate acestea se pot realiza în urma unor studii privind oportunitatea, debitele disponibile, precum și condițiile de calitate, mai ales în cazul apei subterane, posibilitățile de realizare a unor acumulări în zonele colinare etc. Deocamdată, considerăm necesar a ne referi la acoperirea necesarului de apă pentru amenajările de irigații existente. Evident însă nici perspectiva nu trebuie neglijată, ceea ce de fapt prezintă o altă latură a problemei, asupra căreia nu ne-am propus să insistăm în prezenta lucrare.

Necesitatea punerii în funcţiune a amenajărilor existente reprezintă, în momentul de faţă, prioritatea asupra căreia trebuie să se concentreze atenţia specialiştilor din domeniu şi bineînţeles organele în decizie. Unele extinderi se pot face într-o etapă următoare sau, eventual, concomitent.

1.3.2. Consideraţii privind retehnologizarea amenajărilor existente

Aşa după cum a rezultat din cele expuse anterior, pentru punerea în funcţiune a amenajărilor de irigaţii care acoperă în prezent o suprafaţă de cca 3,2 milioane de hectare, sunt necesare lucrării de retehnologizare (reabilitare) care trebuie să aibă în vedere atât staţiile de pompare, repompare şi punere sub presiune, cât şi celelalte componente ale sistemelor de irigaţii, cum ar fi canalele de aducţiune şi de distribuţie a apei, reţelele de conducte îngropate, construcţii hidrotehnice anexe (poduri, subtraversări, stăvilare, dispozitive antişoc etc.). De asemenea, este necesar a se asigura echipamentul mobil pentru aplicarea udărilor, care în prezent este aproape inexistent. De fapt, întreg ansamblul de lucrări la care ne-am referit rămâne realmente nefolosibil în cazul nesoluţionării problemei procurării echipamentului necesar aplicării udărilor pe terenurile amenajate. Indiferent de cauzele care au condus la această situaţie (depăşirea duratei de servici, lipsa unei întreţineri corespunzătoare, sustrageri etc.), cert este că, în felul în care se prezintă lucrurile, trebuie intervenit masiv şi energic, întrucât nu este vorba de nişte remedieri; se impun lucrări de mare volum, care necesită mari intervenţii, înscriindu-se în categoria celor care privesc efectiv intervenţiile pentru reparaţii capitale. Aceasta bineînţeles în urma unor revizuiri minuţioase, bazate pe studii şi cercetări, ţinând seama de importanţa acestei probleme de interes economic major la nivel naţional. Este necesar să se pornească de la unele considerente care să aibă în vedere şi faptul că în majoritatea soluţiilor, adoptate la vremea când au fost proiectate şi executate asemenea amenajări, s-a ţinut seama, de cele mai multe ori, chiar de nivelul tehnicii existente la nivel mondial, corespunzător pentru perioadele respective. De atunci, ştiinţa şi tehnica au progresat, după cum era şi firesc, iar lucrurile trebuie acum privite prin prisma realităţilor prezente, inclusiv noutăţile apărute în domeniu. Dacă ne referim la ordinea de prioritate, după executarea lucrărilor şi procurarea utilajelor şi echipamentelor necesare asigurării sursei de apă, ar urma cele care privesc gestionarea riguroasă a apei, care se vehiculează în sistemele de irigaţii, pe parcursul exploatării.

Folosirea raţională a apei se impune având în vedere în primul rând faptul că ţara noastră dispune de resurse modeste din acest punct de vedere, comparativ cu alte ţări europene, aşa cum de altfel am mai arătat.

Revenind la situaţia din amenajările existente în ţara noastră, după asigurarea sursei, se pune deci problema prevenirii pierderilor de apă din reţeaua de canale şi de distribuţie a apei. Din acest punct de vedere este cunoscut faptul că aceste canale au fost executate folosind ca soluţie pentru căptuşire, dalele din beton rostuite cu mortar de ciment. Asupra acestei metode de căptuşire s-au făcut referiri într-un capitol anterior. O mare parte din reţelele de canale au rămas chiar necăptuşite.

Se impune folosirea unor soluţii eficiente, cum ar fi căptuşirea cu folii acoperite cu dale, ca cea utilizată în amenajarea Sadova-Corabia, unde s-au obţinut randamente hidraulice ale reţelei de canale depăşind 90%. Dacă se are în vedere că mai ales în cazul canalelor necăptuşite s-a ajuns chiar la modificări ale secţiunii canalelor, în unele cazuri prin ovalizare (mai frecvent în sistemele de irigaţii din Dobrogea), soluţia cu utilizarea membranelor acoperite cu dale din beton rezultă ca fiind cea mai indicată. De fapt, refacerea căptuşirii canalelor se impune cu necesitate în întreaga reţea de canale, unde s-au utilizat dale din beton rostuite cu mortar de ciment şi unde, din cercetările efectuate după 10-15 ani de exploatare, s-au constatat mari pierderi de apă, uneori chiar foarte apropiate de cele necăptuşite (Klepş şi Tuşa, 1992).

Toată această problemă, care este legată de pierderile de apă prin infiltraţii din canale, trebuie privită, în primul rând, din punct de vedere al costului apei pierdute, care include şi energia utilizată, mai ales dacă se are în vedere că ţara noastră este deficitară atât în ceea ce priveşte sursele de apă, după cum s-a mai arătat, cât şi cele energetice. În aceeaşi măsură s-au poate chiar mai importante decât aspectele menţionate sunt însă cele care privesc protecţia mediului înconjurător, în legătură cu evoluţia nivelului şi chimismul apei freatice şi a solurilor din cadrul perimetrelor amenajate. În acest context se înscrie şi apariţia unor poluanţi (nitraţi, nitriţi [illegible]) prezenţi în apa freatică, al căror efect nociv se amplifică mai ales în cazul nivelurilor ridicate. Se cunoaşte faptul că prezenţa acestei categorii de poluanţi prezintă un înalt grad de periculozitate în special pentru copii şi animale care utilizează apă din fântânile existente în zone cu asemenea [illegible].

[illegible] lung, ridicarea nivelului freatic, influenţată în mare măsură [illegible] de apă din reţeaua de canale, inclusiv a celor provenite de

la aplicarea udărilor în câmp, pot conduce la degradarea solurilor prin sărăturare secundară. Tot în acţiunea de retehnologizare, nu trebuie să se piardă din vedere că *unele sisteme de irigaţii au fost date în exploatare fără a fi terminate,* cu lipsuri atât în ceea ce priveşte reţeaua de canale, cât şi alte componente ale amenajării, *necesitând intervenţii constând din executarea completărilor.*

Mai mult decât atât, în unele cazuri, încă din proiectare, s-au adoptat soluţii de natură să faciliteze scurtarea timpului de execuţie, însă nu fără repercusiuni, după cum se va vedea în continuare. Un exemplu ar fi acela prin care s-a redus reţeaua de conducte îngropate de ultimul ordin (antenele), ajungându-se treptat de la distanţe de cca 400 m, cât se prevedea prin proiectele din primele faze, la cca 800 m. Evident, prin aceasta se putea reduce în unele cazuri substanţial perioada de execuţie (aşa cum am arătat anterior), ajungându-se astfel şi la o reducere a cantităţilor de materiale (conducte din azbociment, de regulă). În acelaşi timp însă aceasta avea ca urmare mari complicaţii în exploatare, în ceea ce priveşte deplasarea echipamentului de udare (conducte mobile, aspersoare, diferite accesorii etc.).

În consecinţă se ajungea la situaţii prin care udările nu se mai puteau face la timp, fiind totodată inferioare din punct de vedere calitativ prin menţinerea prelungită a echipamentului mobil pe poziţiile de udare.

Prin urmare, în acţiunea de retehnologizare nu este vorba de intervenţii numai la componentele amenajărilor existente. Sunt necesare lucrări uneori de mare volum, precedate chiar de o reproiectare, care să ţină seama şi de modul cum se vor putea aduce unele îmbunătăţiri în procesul cu exploatarea, în ceea ce priveşte modul de aplicare al udărilor, în cazul de faţă.

În legătură cu lucrările din cazul amenajărilor existente, sunt necesare remedieri şi la reţeaua de conducte îngropate, care (fapt pozitiv) se află într-o proporţie ridicată mai ales în sistemele de irigaţii proiectate şi executate în ultima perioadă. Aici se pune problema unor revizuiri în ceea ce priveşte, în primul rând, comportarea materialului propriu-zis din care sunt confecţionate aceste conducte. De asemenea, sunt necesare investigaţii privind eventualele depuneri care se evidenţiază uneori prin crearea unor pelicule care ar putea duce la reducerea capacităţii de transport a acestor conducte, fapt semnalat prin cercetările efectuate de ICITID în amenajările existente.

Prin revizuirea reţelei de conducte îngropate se pot depista şi remedia inclusiv unele defecţiuni provenite chiar de la execuţie, în ceea ce priveşte modul de montare al tronsoanelor de conducte, defecţiuni care au evoluat

în timp, în cazul în care nu s-au luat unele măsuri pe parcurs. O atenţie deosebită trebuie acordată mai ales în punctele de îmbinare ale tronsoanelor de conducte, luându-se în considerare şi starea garniturilor, care sunt confecţionate din cauciuc.

Sunt necesare, de asemenea, cercetări privind *randamentul hidraulic al reţelei de conducte îngropate.* În acest scop trebuie făcute investigaţii privind pierderile de apă, pentru fiecare caz în parte.

Cu privire la apariţia unei perioade excedentare în precipitaţii în preajma intrării în funcţiune a amenajărilor de irigaţii, după cum se cunoaşte, marea majoritate a marilor sisteme de irigaţie din ţara noastră a intrat în exploatare după anul 1972, an care a urmat perioadei excesiv de ploioase cuprinse între anii 1969 şi 1972. În această perioadă s-au înregistrat precipitaţii medii lunare de peste 100 mm chiar şi în lunile august şi septembrie, luni caracterizate ca fiind dintre cele mai secetoase ale anului. În aceeaşi măsură, în februarie, care este de fapt luna cea mai secetoasă a anului, s-au înregistrat cantităţi medii de precipitaţii duble sau chiar triple faţă de mediile lunare pe perioada 1896-1972. Totodată, în intervalul excedentar în precipitaţii (1969-1972) au fost cazuri când precipitaţiile din luna mai au depăşit 300 mm. S-au depăşit 100 mm chiar şi în luna iulie, considerată ca şi luna august printre cele mai secetoase luni de vară. Toate aceste situaţii s-au constatat în Câmpia Bărăganului care face parte din Câmpia Română (Gâştescu şi colab., 1979) şi care de fapt s-a aflat în aceeaşi situaţie.

După autorii mai sus citaţi, în 1972, la staţia Iazu din Bărăgan, în 3 luni consecutive din sezonul de vară-toamnă, s-au înregistrat precipitaţii de peste 200 mm lunar. Tot în 3-4 luni consecutive s-au înregistrat precipitaţii între 100 şi 200 mm într-un număr de 9 staţii climatice din Bărăgan printre care: Buzău, Urziceni, Pogoanele, Făurei, Grindu, Cilibia etc.

După autorii anterior menţionaţi, excesul de precipitaţii din perioada amintită care s-a manifestat simultan pe un întins teritoriu, incluzând întreaga Câmpie Română, a avut ca efect, printre altele, şi o ridicare aproape bruscă a nivelului freatic, fapt care a atras după sine inundarea unor mari suprafeţe, formarea a numeroase crovuri, inclusiv apariţia încă a unor alte modificări importante chiar în peisajul geografic. Excesul de umiditate s-a concretizat prin creşterea continuă a nivelului freatic, generând o serie de fenomene secundare. Astfel, spre exemplu, se constată o strânsă legătură între precipitaţiile căzute în exces şi creşterea nivelului apei freatice inclusiv a nivelului apei în lacul Amara din Bărăgan. „Acest lucru dovedeşte existenţa unui prag critic în relaţia dintre precipitaţii şi nivelul freatic, spe-

cific pentru fiecare loc, după depăşirea căruia, chiar în prezența unor precipitații mai reduse, nivelul freatic continuă să crească simțitor, ca urmare a decalajului în timp a transmisibilității şi ruperii unei stări relative de echilibru" (Gâştescu şi colab., 1979).

Intrarea în funcțiune a marilor amenajări de irigații, mai ales înainte şi după 1972, aşa cum s-a arătat, a fost fără îndoială supusă influenței acestui fenomen, cauzat de precipitațiile excedentare din perioada 1969-1972.

Ruperea acelei stări relative de echilibru, inclusiv procesul de transmisibilitate de care se vorbeşte în lucrarea întocmită de Gâştescu şi colab. explică creşterea bruscă a nivelului freatic în aceste sisteme de irigații, inclusiv creşterea în continuare încă a unui număr de ani, normali din punct de vedere al precipitațiilor. Din investigațiile efectuate, în cadrul unui program de cercetare care se derulează de mulți ani în ICITID, rezultă că aceste creşteri s-au produs până în jurul anilor 1981-1982, de asemenea, excedentari în precipitații după care au urmat perioade de scădere sau de menținere staționare ale nivelurilor. Sigur că la cauzele de natură meteorologică, care au condus la declanşarea creşterilor nivelului apei freatice, au contribuit şi pierderile din apa de irigat produse prin infiltrații, din rețeaua de canale, inclusiv cele rezultate de la aplicarea udărilor, care au avut ca urmare amplificarea fenomenului, care de altfel s-a produs şi în zonele învecinate, poate într-o formă mai atenuată.

Ceea ce este foarte important de reținut în legătură cu retehnologizarea amenajărilor de irigații, este faptul că indiferent de cauzele care au condus la această evoluție a nivelului freatic din amenajările de irigații, unele măsuri privind eliminarea pierderilor din apa de irigat prin infiltrații se impun ca făcând parte din categoria celor mai importante. Aceasta cu atât mai mult cu cât unele estimări privind situația în care se află sistemele de irigații din punct de vedere hidrogeologic pun în evidență faptul că în prezent cca 40% din amenajările existente se prezintă cu nivel freatic situat la mai puțin de 5 m față de nivelul solului. Ca urmare, concomitent cu operația de căptuşire etanşă a rețelei de canale (eventual înlocuirea unei părți din aceasta prin conducte îngropate), trebuie să se procedeze la o amplă analiză privind oportunitatea extinderii rețelei de canale de desecare care să preîntâmpine apariția excesului de umiditate. Aceasta cu atât mai mult cu cât situația în care se prezintă nivelul freatic din amenajările de irigații poate conduce la apariția unor modificări în ceea ce priveşte şi alți factori de mediu, cum ar fi spre exemplu solul, mai ales în cazul în care s-ar repeta unele manifestări ținând de factorii meteorologici aparținând perioadei 1969-1972, la care anterior s-a făcut referire.

Cu privire la evoluția solurilor din perimetrele amenajate prin irigații, problema menținerii acestora în stare de permanentă fertilitate trebuie avută în vedere cu cea mai mare atenție, prin intervenții ori de câte ori este necesar. O supraveghere permanentă, urmată de măsurile de rigoare necesare, reprezintă un element de cea mai mare importanță.

În legătură cu *măsurile pentru prevenirea pierderilor de apă prin infiltrații* din canale prin căptușirea acestora, trebuie să fie clar că este vorba de căptușeli etanșe identice sau asemănătoare cu cele care includ folosirea de folii din mase plastice (membrane), lestate cu dale din beton. În unele cazuri se poate folosi și betonul monolit pus în operă cu ajutorul mașinilor de tip "Rahco". Aceasta însă într-o proporție mai redusă, întrucât în cazul reabilitării rețelei de canale, în cele mai multe cazuri unde secțiunile sunt deformate în mod frecvent prin ovalizare, așa după cum s-a mai arătat (mai ales când e vorba de cele necăptușite), soluția indicată este aceea cu folii lestate cu dale. Oricum, metoda de căptușire cu dale rostuite cu mortar de ciment trebuie exclusă, datorită dezagrementelor la care anterior s-a făcut referire.

Problema pierderilor de apă prin infiltrații se pune, așa după cum s-a mai specificat și în ceea ce privește activitatea de aplicare a udărilor în câmp.

Aici lucrurile stau total diferit față de primul caz care se referă la cele din canale. Diferența esențială constă în aceea că în timp ce la prevenirea pierderilor de apă prin infiltrații din canale se acționează cu măsuri tehnice, în ceea ce privește pierderile de apă la aplicarea udărilor, aceasta este o problemă legată de respectarea unor reguli privind disciplina muncii. Aici trebuie să se aplice cu strictețe *prescripțiile regulamentelor de exploatare* care prevăd spre exemplu timpul de staționare al unei aripi cu aspersoare pe o poziție de lucru, timpul de mutare a echipamentului mobil de udare, inclusiv timpul de zvântare al terenului peste care se trece, la deplasarea echipamentului. Din cele cunoscute până în prezent, în cele mai multe cazuri nu se respectă timpul de staționare a unei aripi de udare pe o poziție de lucru, în sensul că, de regulă, acest timp se prelungește. Aceasta duce implicit la provocarea excesului de umiditate și totodată la pierderi de apă prin infiltrații la care s-a făcut anterior referire. Mai sunt și alte cauze ale pierderilor de apă, provenite de la aplicarea udărilor, printre care și cele rezultate la decuplarea tronsoanelor de conducte, de la unii hidranți cu defecțiuni etc.

Tot în legătură cu retehnologizarea amenajărilor de irigații existente trebuie avute, de asemenea, în vedere mijloacele pentru *măsurarea debite-*

lor de apă atât în rețeaua de canale principale și de distribuție, în rețelele de conducte îngropate, ca și în ceea ce privește echipamentul mobil de udare.

Dacă în cazul conductelor îngropate și a echipamentului mobil, se va proceda la procurarea apometrelor (debitmetrelor), în cazul rețelei de canale deschise se pot utiliza cu succes mijloacele improvizate (chei linimetrice, tararea unor construcții hidrotehnice, îndeosebi a stăvilarelor etc.).

Tot în cazul lucrărilor de retehnologizare este necesar să se aibă în vedere *realizarea rețelei de drumuri de exploatare,* practic inexistentă în prezent, neglijată încă de la proiectare datorită unor indicații care au fost date cu acest sens, de la foruri superioare.

Trecerea de la agricultura pe suprafețe mari, comasată, la cea practicată pe parcele de dimensiuni reduse creează dificultăți în aplicarea udărilor. Aceasta cunoscut fiind faptul că cerințele de irigare pe aceste parcele, utilizate cu culturi diferite, necesită transportul apei de multe ori pe porțiuni de conducte inactive, pentru a se ajunge acolo unde există cererea, de multe ori la distanțe apreciabile, față de sursă (hidrant spre exemplu). Manevrarea echipamentului mobil se face cu multe dificultăți, practic devenind chiar imposibilă uneori, întrucât această acțiune este dependentă de acceptul a numeroși beneficiari, posesori ai acestor parcele, ocupate, așa cum s-a arătat, cu culturi diferite. Până la trecerea la unele forme asociative care să permită practicarea unei agriculturi performante, pe sole corespunzătoare ca dimensiuni, potrivit acestui scop, prin asociațiile de utilizatori ai apei de irigații se pot găsi posibilități în care să se poată folosi totuși aceste sisteme de irigație, chiar în asemenea condiții, în perioadele secetoase. Una dintre posibilități ar putea fi aceea prin care beneficiarii de teren amplasați pe direcția unei aripi de udare care i-ar putea deservi, ar cădea de acord să cultive aceeași plantă (grâu sau porumb) sau plante cu consum asemănător (atât cantitativ, cât și din punct de vedere al momentelor de udare), cum ar fi porumbul alături de soia sau de floarea-soarelui etc., care pot fi irigate concomitent, utilizând aceeași aripă de udare. Investigând, se mai pot găsi și alte soluții având în vedere faptul că logic ar fi de neadmis ca suprafețe de teren utilizate cu diferite culturi agricole să sufere de lipsa apei, în interiorul unor amenajări create tocmai în scopul acoperirii cerințelor de apă, amenajări care au fost realizate cu eforturi financiare considerabile. Această acțiune revine în principal asociațiilor de utilizatori ai apei de irigații (AUAI), recent înființate în unele sisteme de irigații care ar trebui să se extindă în toate amenajările de acest gen din țara noastră. Utilitatea acestora nu mai poate fi pusă în discuție mai ales în actualele condiții.

Unele adaptări în legătură cu reţeaua fixă de irigaţie nu ridică probleme deosebite, putând fi realizate cu mijloace simple, după caz, în funcţie de condiţiile date, reprezentând soluţii provizorii în contextul menţionat.

Sistematizând unele din aspectele mai importante legate de retehnologizarea amenajărilor de irigaţii se constată că pe lângă completările necesare privind utilajele şi aparatura din staţiile de pompare, inclusiv pentru transportul energiei electrice, sunt necesare unele intervenţii reprezentând priorităţi. Printre acestea se numără unele ca fiind de cea mai mare importanţă pentru ca amenajările de irigaţii din ţara noastră să devină cu adevărat viabile prin asigurarea unor recolte mari şi stabile şi de bună calitate în contextul păstrării echilibrului ecologic şi îmbunătăţirii permanente a factorilor de mediu. Este vorba aici de măsurile pentru prevenirea pierderilor de apă din reţeaua de canale, cât şi cele provenind de la aplicarea udărilor în câmp, la care se adaugă şi celelalte aspecte care de fapt gravitează în jurul aceleiaşi traiectorii orientate către scopul final privind producţiile culturilor şi protecţiei mediului. De fapt, acţiunea de retehnologizare reprezintă doar o etapă care, implicit, ar trebui să fie urmată de aceea care priveşte modernizarea acestor amenajări, operaţie care se poate derula în unele cazuri concomitent. Printre elementele care privesc etapa de modernizare se înscriu: utilajele, inclusiv mecanismele pentru automatizarea distribuţiei apei în reţeaua de canale şi conducte îngropate, ca şi cele necesare aplicării udărilor în câmp. De asemenea, introducerea pe scară largă a echipamentelor şi a aparaturii de informatizare, inclusiv a programelor necesare, care sunt legate de întregul proces de vehiculare a apei de irigaţie, începând cu cantităţile cerute de plantele de cultură şi terminând cu volumele de apă necesare a fi aplicate prin udări, care trebuie furnizate de staţiile de pompare, respectiv prizele de la sursele de alimentare.

La baza întregii acţiuni de retehnologizare a amenajărilor de irigaţii trebuie să stea studii şi cercetări temeinice, începând cu cele privind comportarea în exploatare a sistemelor de irigaţii existente. Unele dintre acestea au fost abordate în cadrul ICITID odată cu darea în exploatare a amenajărilor existente. Din acestea se constată un randament hidraulic foarte scăzut al acestora (între 50 şi 70%), afară de cele din Sadova-Corabia, de care s-a amintit. Există, de asemenea, rezultate privind comportarea în timp a foliilor folosite la căptuşirea canalelor din cadrul sistemului de irigaţie amintit, de unde se constată o bună comportare, acolo unde nu s-au înlăturat dalele care acopereau folia.

1.3.3. Bazele ştiinţifice şi obiective prioritare ale cercetărilor privind utilizarea raţională a apei în amenajările de irigaţii

După cum s-a vorbit, printre *factorii care stau la baza obţinerii unor recolte mari, stabile şi de bună calitate la toate categoriile de culturi agricole şi horticole, apa joacă un rol preponderent.* De fapt, chiar dacă am spune că apa este factorul principal, exprimarea nu ar fi cea mai corectă. Aceasta pentru că în constelaţia de factori care sunt implicaţi în realizarea recoltelor de care am amintit, apa nu este numai o componentă, cum ar fi spre exemplu fertilizarea, combaterea dăunătorilor, lucrările de întreţinere ale solului, calitatea seminţei etc. Ceea ce trebuie reţinut este faptul că folosind toate aceste verigi de care s-a amintit şi respectând toate prescripţiile care privesc modul cum trebuie a se folosi, în situaţia în care factorul apă este absent, efectul asupra recoltelor este nul. Fără apă, nimic din tot ceea ce se încadrează în categoria măsurilor destinate să contribuie la obţinerea unor recolte, dacă nu mari, cel puţin acceptabile, nu este posibil.

Ca urmare, orice s-ar spune, apa reprezintă principalul factor, care condiţionează în exclusivitate efectul benefic al tuturor celorlalţi factori. Nu se va mai insista asupra acestui aspect. Considerăm mai important a se recurge la unele exemple concrete. Astfel, fără a se face apel la situaţii cu adevărat dramatice, la care s-au făcut de altfel unele referiri şi care s-au petrecut de-a lungul istoriei poporului nostru, este suficient să arătăm că în anul 1993, spre exemplu, an care s-a concretizat printr-un acut deficit în precipitaţii, respectiv printr-o secetă puternică în toată Câmpia Olteniei în câmpul de cercetare ICITID din staţiunea de cercetări Simnic-Craiova, la variantele martor (neirigate) producţia la principalele culturi prăşitoare (porumb, soia, floarea-soarelui etc.) s-a compromis total. Practic, nu s-a obţinut nimic, deşi s-au aplicat toate lucrările agrotehnice necesare, inclusiv cele de fertilizare conform tehnologiilor în vigoare. În acelaşi an, la variantele irigate s-a obţinut 10,3 t/ha la porumb, 2,9 t/ha la soia şi 2,8 t/ha la floarea-soarelui (tabelul 1.2). O situaţie aproape identică s-a constat şi la staţiunea experimentală Caracal, amplasată în partea mai dinspre sud a Olteniei. Interesant este faptul că această situaţie s-a petrecut în condiţiile în care, chiar dacă precipitaţiile înregistrate au fost cu mult sub media multianuală, unele ploi răzleţe au căzut totuşi chiar şi în perioada de vegetaţie a acelui an, caracterizat ca foarte secetos. Aşa după cum am mai arătat, ţara noastră se caracterizează printr-un climat instabil, cu mari variaţii, atât în timp, cât şi în spaţiu. În asemenea condiţii, irigaţia reprezintă în principal

o măsură care se aplică la corectarea unui factor natural, cum ar fi acel al precipitațiilor, care se manifestă în mod defectuos, în raport de cerințele față de apă ale plantelor. Astfel, în lunile iulie și august, când și nevoia de apă a plantelor este cea mai mare, se înregistrează în general cel mai sărac regim al precipitațiilor însoțit de altfel și de temperaturile cele mai ridicate, care se reflectă în niveluri ridicate ale evapotranspirației la toate categoriile de culturi agricole și horticole aflate în vegetație. Această situație se manifestă mai pregnant în zonele de sud ale țării, de care am mai amintit, caracterizate ca fiind cele mai secetoase, unde se întâlnesc cele mai lungi și cele mai frecvente perioade de secetă. Cunoscut fiind faptul că România dispune de resurse de apă modeste, comparativ cu cele mai multe din țările de pe continent, se pune problema gestionării cât mai raționale a apei utilizate la irigarea culturilor. De altfel, numai prin suprafețele amenajate până în prezent pentru irigații, agricultura reprezintă cel mai mare consumator (potențial) de apă, comparativ cu toți ceilalți utilizatori care apelează la această resursă.

În asemenea condiții, toate acțiunile ce se abordează trebuie să aibă un fundament științific, ținând seama de faptul că introducerea unui factor artificial, cum ar fi apa pentru irigații spre exemplu, pe lângă efectul benefic asupra recoltelor, culturilor agricole, în anumite condiții, poate avea și unele consecințe negative, ce se reflectă de regulă, pe termen lung, asupra potențialului de fertilitate al solurilor. Și aceasta, desigur, în funcție de modul de executare sau de exploatare a lucrărilor din terenurile amenajate. Un rol important îl au și condițiile naturale, mai ales cele climatice.

Ca urmare, un fapt de cea mai mare importanță care trebuie în permanent avut în vedere este acela că, în situația în care se află țara noastră, cu suprafața de teren redusă pe cap de locuitor, comparativ cu alte țări europene, ca să nu mai vorbim față de cele din alte continente, grija față de păstrarea pământului în cele mai bune condițiuni trebuie să constituie o prioritate nu numai pentru agricultură, dar chiar pentru economia națională privită în ansamblu. Aceasta cu atât mai mult cu cât se cunoaște că, așa după cum s-a mai specificat, în perimetrele amenajate pentru irigații până în prezent, se întâlnesc solurile cu cel mai ridicat potențial de fertilitate. Din cele de mai sus decurge de altfel și faptul că pentru a se proceda cât mai corect în măsurile care trebuie întreprinse, cercetării științifice din domeniu trebuie să i se acorde atenția cuvenită, pentru obținerea rezultatelor scontate de pe terenurile amenajate, în contextul prevenirii unor riscuri posibile, în legătură cu mediul înconjurător.

Abordând această problemă de însemnătate deosebită privind revigorarea amenajărilor de irigaţii din România, considerăm oportun a face referire la cea mai recentă şi prestigioasă manifestare în acest domeniu şi anume la întrunirea de la Montreal a Comitetului Internaţional pentru Irigaţii şi Drenaje (ICID) din iulie, anul 2002. Se concluzionează aici că: *„În trecut producţia alimentară a fost dependentă în primul rând de resursele de teren ale globului. Astăzi totuşi apa este principalul factor limitativ pentru agricultură şi producţia alimentară.*

Ca urmare aprovizionarea cu apă şi calitatea şi eficienţa acesteia va domina producţia agricolă.

Cerinţele agriculturii legate de creşterea populaţiei globului impun folosirea irigaţiilor şi drenajului.

Acestea sunt pietrele unghiulare ale securităţii alimentare mondiale. În acest scop trebuie să îmbunătăţim eficienţa irigaţiei pe terenurile existente etc." (Din declaraţia ICID de la Montreal, din iulie 2002).

De fapt, cele exprimate la întrunirea de la Montreal reprezintă în linii mari confirmarea a ceea ce, cu aproximativ cinci decenii în urmă, a sintetizat într-o frază marele specialist în irigaţii N. D. Gulhati (1955), care sună astfel *„Irigaţia în multe ţări este considerată o artă veche ca şi civilizaţia, însă pentru lumea întreagă este o ştiinţă modernă, ştiinţa supravieţuirii"*.

Această ştiinţă care este foarte complexă, fiind în conexiune cu multe discipline cum ar fi: hidraulica, hidrologia, hidrogeologia, automatizarea, construcţiile hidrotehnice, pedologia, climatologia, fiziologia plantelor, agrotehnica etc., este nemijlocit legată, aşa după cum rezultă din cele de mai sus, de securitatea alimentară a populaţiei, considerată ca una din pietrele unghiulare ale acesteia. De aici decurge necesitatea abordării cu multă competenţă, dar şi responsabilitate a problemelor. Generaţia de astăzi, ca şi cele ce vor urma sunt supuse unor provocări la care trebuie să se facă faţă, provocări legate în ultimă instanţă de însuşi viitorul omenirii, dacă se are în vedere bineînţeles şi interacţiunea cu mediul înconjurător. Pragmatismul caracteristic tuturor deciziilor trebuie înţeles aici într-un context de factori care nu pot fi priviţi decât în complex. Aceasta pornind de la necesitatea ca oricare din rotiţele care compun acest angrenaj să funcţioneze perfect, întrucât orice defecţiune intervenită asupra oricăreia dintre acestea poate conduce la dereglarea întregului mecanism. Se impune deci abordarea unor cercetări multidisciplinare, la nivelul cerinţelor şi importanţei scopului final care se urmăreşte a fi atins. Dacă avem în vedere numai una din laturile acestei importante probleme, respectiv utilizarea judicioasă a apei

de irigat, constatăm că aceasta a constituit o preocupare încă din cele mai vechi timpuri. Astfel, încă în urmă cu câteva mii de ani erau reglementări înscrise în așa-zisul *Cod al lui Hammurabi*, unde se spunea: *„Dacă vreunul deschide canalele sale de irigații pentru a lăsa apa să pătrundă, cauzând din neglijență înundarea terenurilor vecinului, el va restitui vecinului cantitatea de grâne ce urma să fie recolta de pe terenul inundat"*.

În afară de aceste pagube care trebuie să fie achitate de făptași, astăzi cunoaștem mai ales implicațiile care le-a avut folosirea necontrolată a apei în sistemele de irigații, reflectate în evoluția solurilor din țările cu tradiție veche în folosirea irigațiilor.

Astfel, după unele publicații mai recente, printre care și aceea a lui Gilley, R. James (1996), suprafața irigată pe glob, afectată de procese secundare, s-ar cifra la 60,2 milioane de hectare, reprezentând 24% din suprafața totală irigată. Evident, această situație este proprie condițiilor diferitelor țări atât din punct de vedere al factorilor naturali (climă, sol, hidrogeologie), cât și al celor antropici (tehnica de amenajare și de exploatare). De regulă, procesele de degradare a solului, prin sărăturare secundară în special, s-au produs cel mai mult în zonele aride, cu regim hidric exudativ, unde și apa freatică mineralizată este aproape de suprafața solului. Asemenea evoluții s-au produs însă și în alte condiții, într-o măsură mai mare s-au mai mică, după caz. De aceea sunt necesare cercetări în condițiile concrete, reale, care să ducă la rezultate care de fapt nu sunt valabile decât în zonele unde s-au efectuat asemenea investigații și experimentări. Oricum, acestea au un caracter de durată și solicită multe observații, analize și investigații în general, întrucât este vorba de abordat aspecte legate de factori naturali și antropici care sunt de cele mai multe ori în interrelații, dependenți unii față de alții.

În țara noastră investigațiile care se întreprind, trebuie să fie canalizate către utilizarea cât mai rațională a apei, ale căror rezultate trebuie să stea la baza atât a documentațiilor de proiectare, cât și a activității de exploatare. Ambele direcții trebuie orientate în primul rând pe determinarea riguroasă a necesarului de apă al plantelor cultivate, operație care se efectuează în teren prin experimentări în câmpuri de cercetare amplasate astfel încât să fie reprezentative pentru toate zonele pedoclimatice interesate la irigații. Această activitate privește în mod concret determinarea *parametrilor necesari dimensionării sistemelor de irigații, în proiectare*, precum și cei utilizați în *prognoza și avertizarea aplicării udărilor în procesul de exploatare al amenajărilor*. Referitor la dimensionarea sistemelor de irigații, se impune cunoașterea necesarului de apă lunar pentru fiecare cultură, care

rezultă dintr-un bilanţ ce se realizează pornind de la o rezervă de apă iniţială în sol, determinată prin cercetări pentru zonele interesate, la care se adaugă precipitaţiile înregistrate şi se scade evapotranspiraţia. Din acest bilanţ, rezultă astfel pentru fiecare lună cantităţile de apă necesare prin udări din apa de irigaţie. Dimensionarea sistemelor se face ţinând seama de necesarul de apă din „luna de vârf", de regulă iulie sau august. Ca urmare, prin utilizarea unor coeficienţi (Kc), rezultaţi din raportarea consumului de apă determinat în câmp la evapotranspiraţia de referinţă (Eto), din perioada efectuării cercetărilor, datele de consum de apă pot fi extrapolate pe un şir lung de ani, necesari metodologiei pentru calculul cerinţelor faţă de apă ale plantelor, în documentaţiile de proiectare. Această evapotranspiraţie de referinţă (Eto) se poate determina cu ajutorul unor factori climatici, cum ar fi temperatura, umiditatea relativă, radiaţia etc., utilizând una din metodele cunoscute în prezent. În ţara noastră s-a adoptat metoda Thonthwaite, care utilizează în formula de calcul date privind temperatura înregistrată în toate staţiile meteorologice. Aceasta în urma unei analize comparative efectuată între diferite metode elaborate de diferiţi autori, privind metoda corespunzătoare condiţiilor ţării noastre (M. Botzan şi C. Ionescu, 1966).

Ulterior viabilitatea acestei metode pentru ţara noastră a fost confirmată şi de alte analize comparative (C. Tuşa şi F. Popescu).

Cercetările din câmpurile experimentale privind consumul de apă inclusiv alte elemente ale bilanţului apei în sol trebuie continuate, în vederea realizări unui număr suficient de ani pentru a se ajunge la date concludente, având în vedere şi faptul că acestea au fost începute la date diferite şi ca urmare şi şirul de date obţinute este diferit. Pe de altă parte apariţia unor soiuri noi şi a unor noi tehnologii impun cu necesitate aducerea la zi a cunoştinţelor privind consumul de apă al plantelor. Aceasta cu atât mai mult cu cât multe din câmpurile de cercetare, înfiinţate în acest scop, şi-au încetat activitatea în ultima perioadă de timp, din diferite motive, deşi nimeni dintre specialiştii în domeniu, ca şi din beneficiarii rezultatelor, nu au pus la îndoială utilitatea acestora.

Faţă de cercetările menţionate anterior, care au legătură cu dimensionarea sistemelor de irigaţie la proiectare, cele care se referă la activitatea de exploatare, respectiv prognoza şi avertizarea udărilor, au la bază aceleaşi observaţii şi investigaţii efectuate în aceleaşi câmpuri experimentale din toate zonele pedoclimatice interesate la irigaţii din ţara noastră. De asemenea, elementul principal care se urmăreşte este consumul de apă, res-

pectiv evapotranspiraţia culturilor utilizate cel mai frecvent în zonă (de regulă: grâu, porumb, soia, fasole, cartof, sfeclă de zahăr, lucernă, floarea-soarelui şi porumb siloz cultura a doua). La aceste cercetări, în fiecare amplasament, se adaugă investigaţiile privind evaporaţia apei din evaporimetru tip *Boc clasa A*, concretizate în observaţii zilnice. În final, se urmăreşte obţinerea parametrilor pentru transformarea evaporaţiei în consum de apă, specific fiecărei zone pedoclimatice, fiecărei plante şi fazelor de vegetaţie, care rezultă din raportarea la cuantumul evaporaţiei, a consumului de apă lunar al plantelor din aceeaşi perioadă (Kt). În figura 1.1 se prezintă modul de utilizare al cercetărilor în dimensionarea sistemelor şi în prognoza udărilor.

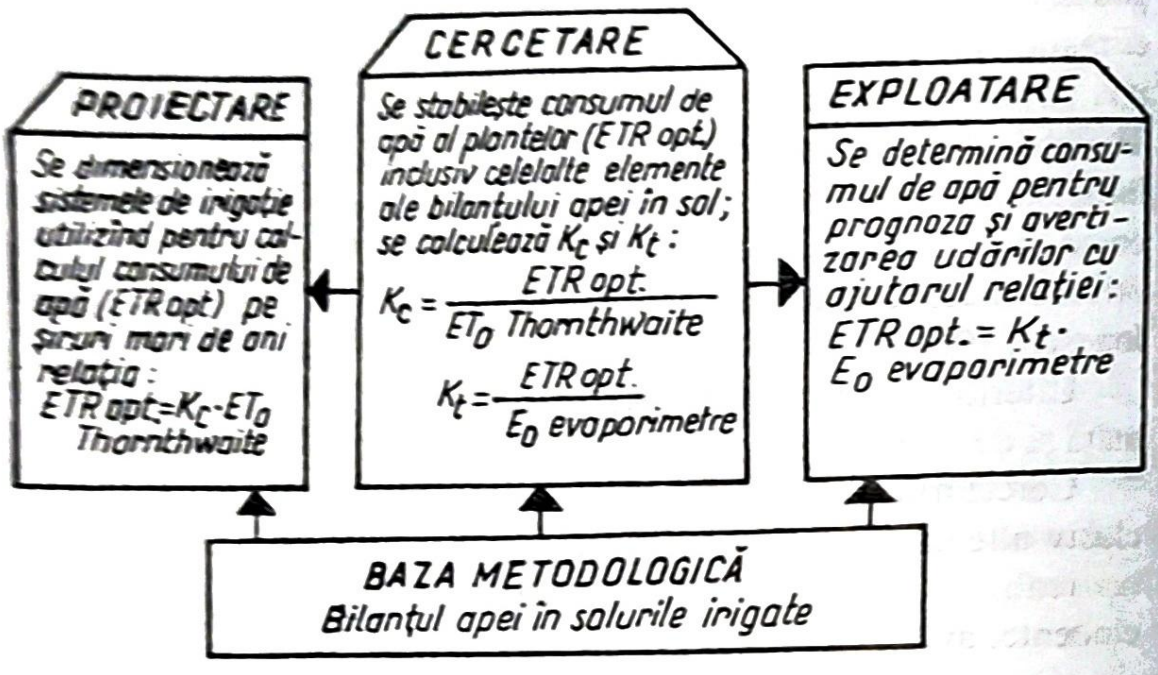


Fig. 1.1. Schema modului de folosire a cercetărilor privind consumul de apă al plantelor (ETRopt.), în proiectarea şi exploatarea sistemelor de irigaţii, inclusiv baza metodologică

O altă categorie de cercetări, care de data aceasta priveşte mai ales activitatea de exploatare hidroameliorativă a amenajărilor, inclusiv pe beneficiarii terenurilor din sistemele de îmbunătăţiri funciare, ca şi operaţia de retehnologizare, se referă la studiile şi investigaţiile care trebuie să se desfăşoare direct în cadrul acestor amenajări, aflate în exploatare. Scopul este acelaşi, prin care se urmăreşte în mod deosebit utilizarea raţională a apei pentru irigaţii. Aici problema se pune astfel încât rezultatele cercetărilor să vină în primul rând cu soluţii pe parcurs pentru îmbunătăţirea permanentă a acestei activităţi, în care se includ şi acelea care se referă la regimul de irigaţii pe parcursul exploatării în funcţie de dinamica nivelului şi

chimismul apei freatice (mai ales în amenajările în care sunt situații unde nivelul freatic este apropiat de suprafața solului). Tot în legătură cu rezultatele care se cer a fi prelucrate pe parcurs, se includ şi acelea care privesc: combaterea excesului de umiditate provenind din diferite surse, cum ar fi apariția unor ploi imediat după aplicarea udărilor, apariția unor poluanți de natură endogenă sau exogenă, unele remedieri la rețeaua de transport şi de distribuție a apei care pot fi sesizate din studiile referitor la randamentul hidraulic al canalelor, care includ şi găsirea de soluții prin cercetări în poligoane special executate chiar în cadrul perimetrelor amenajate aflate în exploatare. Totuşi, scopul principal al acestor cercetări, care aşa cum am mai specificat se desfăşoară direct în amenajările de irigație, pe parcursul exploatării îl reprezintă elaborarea de soluții pentru utilizarea cât mai rațională a apei, prin care să se asigure inclusiv *prevenirea unor procese negative în evoluția nivelului şi chimismului apei freatice*, precum şi în ceea ce priveşte *starea ameliorativă a solurilor din amenajările de irigații*. Din acest punct de vedere literatura tehnică de specialitate conține multe exemple, cu caracter negativ de cele mai multe ori, la care anterior s-a făcut referire şi care trebuie avute în vedere pentru a fi evitate prin măsuri de prevenire în primul rând.

Este adevărat, condițiile sunt complet diferite în ceea ce priveşte situația din țara noastră comparativ cu cele din țările cu tradiție îndelungată în domeniul practicării irigațiilor unde au apărut asemenea fenomene (Irak, Egipt, India, Pakistan etc.), atât cele ale cadrului natural (clima, sol şi apa freatică în primul rând) cât şi cele antropice (modul de execuție şi de exploatare al unor asemenea amenajări). Cert este faptul că în cazul în care nu se iau din vreme măsurile necesare, asemenea efecte negative sunt posibile şi în condițiile țării noastre. Aşa cum bine se cunoaşte în asemenea situații (ca de altfel şi în altele) este mai uşor să previi decât să remediezi. Din păcate remedierile care se referă în principal la readucerea stării de fertilitate a solurilor la starea inițială, pe lângă faptul că necesită eforturi financiare considerabile, efectul acestora de cele mai multe ori este discutabil.

Pentru a nu se ajunge aici, măsurile de prevenire trebuie să se sprijine pe cercetări temeinice, bine fundamentate, efectuate cu perseverență continuitate şi cu mult spirit de răspundere. Un program de cercetare în acest sens s-a derulat în cadrul Institutului de Cercetare şi Inginerie Tehnologică pentru Irigații şi Drenaje (ICITID) Băneasa-Giurgiu, inițiat încă din jurul anilor '70 la fostul Institut de Cercetare pentru Îmbunătățiri Funciare şi Pedologice. În urma desprinderii secțiilor de irigații şi desecări din cadrul

acestui Institut și contopirea acestora cu Stațiunea de Cercetări pentru Irigații și Drenaje de la Băneasa-Giurgiu, programul respectiv a continuat la Institutul nou înființat (ICITID) Băneasa-Giurgiu, unde aceste cercetări continuă, cu foarte multe dificultăți însă. În continuare se prezintă care sunt obiectivele și modul cum trebuie să se desfășoare aceste cercetări, care trebuie să se înceapă odată cu intrarea în funcțiune a marilor amenajări de irigații. De altfel, acest ultim aspect a și fost abordat în toate amenajările unde au început cercetările, ca și celelalte prevederi, în măsura în care au stat la dispoziție mijloacele necesare în ceea ce privește atât cadrele de cercetare, cât și posibilitățile materiale.

Principalele obiective ale programului de cercetare privind exploatarea amenajărilor de irigații se referă, după cum s-a mai arătat, la utilizarea judicioasă a apei în marile sisteme de irigații. Evident, aceasta presupune faptul că în cercetările care se întreprind trebuie să se aibă în vedere întreg ansamblul de factori naturali (climatici, hidrogeologici, pedologici, geologici, geomorfologici etc.) inclusiv cei antropici, legați de componentele constructive ale amenajărilor de irigații (rețele de canale și conducte îngropate, stații de pompare, aparatura, dispozitivele și utilajele pentru distribuția și contorizarea apei, dispozitivele de protecție pentru preluarea suprapresiunilor, aparatura și dispozitivele de automatizare etc.).

În legătură cu utilizarea rațională a apei pentru irigații, investigațiile privind randamentul hidraulic al rețelei de transport și distribuție a apei, incluzând și soluțiile pentru prevenirea pierderilor de apă se înscriu ca priorități. Evident că toate acestea se află într-o strânsă conexiune cu cercetările privind necesarul de apă al plantelor, respectiv bilanțul apei în solurile irigate. Această categorie de cercetări asupra cărora s-a făcut anterior referire, au un alt mod de abordare în sensul că se efectuează în câmpuri experimentale incluzând observații frecvente privind dinamica umidității solului, evaporația din evaporimetre, o mai mare frecvență a observațiilor climatice, măsurători asupra plantelor, inclusiv evaluări în ceea ce privește recoltele din aceste câmpuri etc.

Rezultatele, așa cum s-a mai arătat, servesc la dimensionarea sistemelor de irigații în documentațiile de proiectare precum și la programarea udărilor (prognoza și avertizarea udărilor) în activitatea de exploatare.

Trebuie făcută precizarea că de fapt atât cercetările care privesc necesarul de apă al plantelor, în câmpuri experimentale amplasate în toate zonele interesate la irigații, cât și cele care se derulează direct în amenajările de irigații aflate în exploatare, până la urmă se constituie într-un tot

care priveşte rezolvarea unitară a problemei folosirii apei de irigaţii. Aceasta cu atât mai mult, cu cât se are în vedere şi amplasamentul marilor sisteme de irigaţii. De fapt, aceste sisteme sunt astfel poziţionate încât începând de la Drobeta Turnu Severin şi până la Galaţi, constituie de-a lungul Dunării un masiv care include întreaga Câmpie Română în care sunt cuprinse Câmpia Olteniei, cea a Burnazului, inclusiv Bărăganul (de vest, de mijloc şi de est), străbătut, din loc în loc, de unele râuri interioare cum ar fi: Jiul, Argeşul, Ialomiţa, Siretul etc. În asemenea condiţii, buna gospodărire a apei de irigat trebuie să constituie o preocupare permanentă având în vedere că în cadrul acestui mare masiv, în cazul funcţionării sistemelor de irigaţii la capacitatea proiectată, anual, s-ar vehicula cantităţi de apă însumând multe miliarde de metri cubi. De fapt, acest mare masiv irigat, la care se adaugă amenajările din Dobrogea constituie cca 80% din suprafaţa amenajată până în prezent pentru irigat, având ca sursă pentru apă fluviul Dunărea şi râul Olt.

Revenind asupra cercetărilor care se desfăşoară direct în amenajările de irigaţii şi care fac obiectul principal al programului privind exploatarea amenajărilor de irigaţii, în legătură cu principalele obiective urmărite, acestea constau în principal din: observaţii, investigaţii, determinări şi analize de laborator, asupra cărora se va face referire în ceea ce urmează.

Cu privire la evoluţia nivelului apei freatice se fac înregistrări periodice ale nivelului, în reţeaua hidrogeologică completată cu unele fântâni domestice. Pentru urmărirea efectului pierderilor de apă din canale, asemenea observaţii se efectuează în staţionare hidrogeologice pe traverse de canale special construite. În asemenea cazuri înregistrările se fac cu o frecvenţă mai mare, uneori chiar zilnic, după necesităţi şi posibilităţi.

În acest context se urmăreşte şi dinamica suprafeţelor cu exces de umiditate (cu luciu de apă la suprafaţa solului). Rezultatele se concretizează în grafice reprezentând evoluţia nivelului apei freatice în staţionare hidrologice reprezentative, precum şi în hărţi conţinând izofreatele medii anuale, inclusiv suprafeţele ocupate de luciu temporar de apă. După caz, se întocmesc şi hărţi cu hidroizhipse.

Pentru a se cunoaşte e*voluţia mineralizării apei freatice,* se recoltează probe de apă din foraje (fântâni reprezentative) inclusiv din localităţi, cu o frecvenţă de cel puţin o dată sau de două ori pe an, după caz, care se analizează la laboratoare de specialitate din ICITID sau din alte unităţi.

Anual se întocmesc raionări ale chimismului apei freatice în legătură cu conţinutul total de reziduu mineral. Pentru cunoaşterea proporţiei în care

se află fiecare din componenţi (anioni, cationi) se întocmesc grafice reprezentând această situaţie, de asemenea, în evoluţie.

Grafice pentru *cunoaşterea* fenomenului în evoluţie se întocmesc de asemenea în cazul evoluţiei ca şi a conţinutului în reziduu mineral total pentru fiecare staţionar (fântână), avute în observaţie.

În cadrul acestor analize, după caz se are în vedere şi conţinutul în poluanţi (nitraţi, nitriţi, inclusiv metale grele, rezidii petroliere etc.).

Asemenea analize privind chimismul apei freatice se efectuează şi în ceea ce priveşte *calitatea apei la sursă*. După cum se cunoaşte, principala sursă de apă pentru irigare o constituie fluviul Dunărea, după care urmează: Oltul, Siretul, Argeşul, Ialomiţa etc.

În ceea ce priveşte *evoluţia solurilor din amenajările de irigaţii,* aceasta se realizează de către ICPA (Institutul de Cercetări pentru Pedologie şi Agrochimie), principalul colaborator din cadrul acestui program.

În acest scop se stabilesc puncte de control reprezentative pentru principalele tipuri de sol din cadrul amenajărilor respective. Din aceste puncte de control se recoltează probe de sol pe orizonturi genetice până la adâncimea de 1,5-2 m.

Se au în vedere componentele chimice care exprimă evoluţia solurilor din punct de vedere ameliorativ, accentul punându-se pe depistarea în mod deosebit a unor procese care exprimă tendinţe de înmlăştinire, sărăturare secundară, tasare din perimetrele amenajate pentru irigaţii etc.

Interpretarea datelor se face prin colaborare între cele două institute, ţinându-se seama şi de celelalte aspecte privind: evoluţia apei freatice, a celei din sursă, normele de irigaţie aplicate, pierderile de apă prin irigaţii etc., care fac obiectul cercetărilor programului care se derulează în cadrul ICITID.

Prin cercetările din cadrul acestui program se mai au în vedere cantităţile de apă totale intrate în sisteme, cele evacuate (estimative), precum şi cele eliminate prin evapotranspiraţie.

Aşa după cum s-a mai arătat anterior se pune accent deosebit pe investigaţiile privind *pierderile de apă prin infiltraţii din canale,* atât în cazul celor necăptuşite cât şi a celor căptuşite prin diferite metode şi procedee. Pentru căptuşelile la care au fost folosite membrane (folii) din material plastic, cum este cazul celor din amenajarea Sadova – Corabia, cercetările au inclus şi investigaţii de laborator privind evoluţia în timp a principalelor însuşiri care interesează rolul pentru care au fost folosite.

În cadrul obiectivelor aparţinând programului de cercetare la care se face referire se au în vedere de asemenea comportarea canalelor de aduc-

ţiune şi de distribuţie, inclusiv a reţelei de conducte îngropate, a staţiilor de pompare precum şi a celorlalte componente ale amenajărilor (efecte ale tasării terenului, subsidenţei etc.).

Investigaţiile includ, de asemenea, observaţiile meteorologice, în mod deosebit înregistrările privind precipitaţiile şi temperatura. A fost, de asemenea, avută în vedere folosinţa terenului în ce priveşte structura culturilor.

Cercetările au început în jurul anilor '70 şi au inclus în mod treptat marea majoritate a amenajărilor de irigaţii aflate în funcţiune însumând o suprafaţă totală de circa 2,5 milioane de hectare. Până în jurul anilor '90 la efectuarea acestor cercetări au participat un număr de peste 20 cadre cu pregătire superioară, inclusiv un număr mare de cadre cu pregătire medie (tehnicieni şi laboranţi), cu domiciliul permanent în zonele în care se desfăşurau aceste cercetări. În suprafaţă de cca 2,5 milioane de hectare era înglobat un număr de 40 mari sisteme de irigaţii împărţite convenţional în 5 spaţii teritoriale numerotate pe direcţia de curgere a Dunării de la intrarea în ţară către vărsare în Marea Neagră. După anul 1990 volumul cercetărilor s-a redus considerabil, atât ca localizări cât şi ca număr de observaţii, analize şi determinări, odată cu reducerea drastică a numărului de cercetători, inclusiv de cadre ajutătoare cu pregătire medie. Rezultatele cercetărilor efectuate până în 1988, privind în special apa freatică şi solul, au fost cuprinse în lucrarea „*Evoluţia nivelului şi chimismului apei freatice din amenajările de irigaţii în interrelaţie cu mediul înconjurător*" elaborată de N. Grumeza, C. Klepş şi C. Tuşa şi apărută în 1990. În prezenta lucrare, pe lângă rezultatele obţinute după anul 1988, o continuare de fapt a celor prezentate în lucrarea din 1990, sunt incluse de asemenea şi rezultate ale cercetărilor care privesc consumul de apă al culturilor, efectuate în câmpuri experimentale, de la început şi până în prezent (unele sistate totuşi, mai ales după anul 1990). Rezultatele acestor cercetări au drept scop principal, aşa după cum am mai arătat, stabilirea de soluţii şi strategii pentru utilizarea cât mai raţională a apei din amenajările de irigaţii cu aplicaţii atât în proiectare cât şi în exploatarea acestor amenajări, în condiţiile păstrării echilibrului ecologic şi îmbunătăţirii continue a factorilor de mediu.

INTERRELAŢIILE MEDIU - APĂ - PLANTĂ

În ceea ce priveşte folosirea irigaţiilor, legătura dintre apa necesară plantelor cultivate, respectiv modul cum trebuie intervenit în realizarea scopului final, este importantă pentru a se avea în vedere în permanenţă contextul în care se desfăşoară această acţiune. Este vorba aici în primul rând de mediul înconjurător, care în principal se constituie din doi factori cu importanţă primordială şi anume, clima şi solul. De fapt, pornind de la scopul principal urmărit prin aplicarea irigaţiei şi anume: completarea deficitului de apă din sol în vederea menţinerii unei umidităţi optime necesare creşterii şi dezvoltării plantelor cultivate, se constată legătura indisolubilă dintre plantă şi factorii de mediu menţionaţi. Evident, procesul este foarte complex şi înglobează o multitudine de aspecte, care, pentru a fi desfăşurate în totalitate, necesită cunoştinţe aprofundate, asupra cărora nu considerăm că este cazul să insistăm, având în vedere scopul lucrării de faţă.

Ne vom referi deci în continuare, în primul rând, la factorii anteriori menţionaţi.

2.1. FACTORUL CLIMĂ

O clasificare climatică a teritoriului ţării noastre (după Köppen) a fost întocmită acum cca 60 ani în urmă (Gh. Ionescu-Şişeşti, 1947), ţinând seama de două elemente climatice: temperatura şi precipitaţiile. Zonări climatice au fost făcute ulterior, având la bază raportarea cantităţilor anuale sau lunare din precipitaţii la temperatura medie a aerului (şi alte elemente) pe aceeaşi perioadă considerată, raportările respective fiind cunoscute sub denumirea de „indici de umezeală" sau „indici de ariditate" (C. Donciu, 1986), care au condus la precizarea spaţială şi temporală a gradului de umectare sau uscăciune. Pentru indicii utilizaţi în scopul definirii zonelor climatice din România şi a caracterizării anilor sau perioadelor anotimpuale se pot cita:

- *factorul ploaie Lang*, care reprezintă raportul dintre media precipitaţiilor anuale şi suma mediilor lunare a temperaturilor pozitive (peste 0^0 C),

împărţită la 12, în scopul obţinerii unor valori pozitive şi finite a raportului, indicatorul respectiv neurmărind însă paralelismul mediilor anuale ale temperaturii;

- *indicele de ariditate De Martonne* (IdM), calculat din relaţiile:

$$IdM = \frac{P}{T+10}$$ pentru valori anuale şi

$$IdM = \frac{12p}{t+10}$$ pentru valori lunare

în care: P şi p - reprezintă suma precipitaţiilor anuale, respectiv lunare;
T şi t - reprezintă temperaturile medii anuale, respectiv lunare.

Pe baza acestui indice, Cernescu (citat de Botzan, 1966) întocmeşte o cartogramă a indicelui de ariditate în România, punând în evidenţă legătura dintre acest indice şi repartiţia tipurilor zonale de soluri.

- *indicele de ariditate dedus din raportul dintre precipitaţii* (P) şi evapotranspiraţia potenţială (ETP) care poate fi exprimat fie ca atare (P. Gâştescu, 1979), fie denumit „coeficient de umectare", după Vâsoţki (Botzan, 1966), sub formă procentuală: 100 P/ETP (Donciu, 1986) purtând denumirea de "indice de umezeală Thornthwaite" sau "indice de umiditate (Botzan, 1966).

Ţinând seama de valorile indicelui de ariditate, după De Martonne şi a celui de umezeală Thornthwaite, Donciu (1986) prezintă valori limitative ale principalelor tipuri climatice de umiditate din România (tabelul 2.1) şi valorile procentuale ale indicelui climatic 100 P/ETP (tabelul 2.2), menţionând că acestea din urma pot fi utilizate şi în caracterizarea lunilor de vară, aspect de reţinut ţinând seama de coincidenţa dintre acest interval de timp şi aplicarea udărilor.

Tabelul 2.1

Valorile limitative ale principalelor tipuri climatice de umiditate din România
(după Donciu, 1986)

Tipul climatic	Eficienţa anuală a precipitaţiilor		Indicii anuali de umezeală	
	(P-ETP) mm	100 P/ETP %	Thornthwaite	De Martonne
Excesiv umed	600 la 1200	200 la 750	100 la 470	60 la 187
Foarte umed	300 la 600	160 la 200	60 la 100	50 la 60
Umed	100 la 300	120 la 160	20 la 60	40 la 50
Moderat umed II	0 la 100	100 la 120	4 la 20	35 la 40
Moderat umed I	-100 la 0	90 la 100	-3 la 10	30 la 35
Moderat uscat	-200 la –100	70 la 90	-20 la 0	24 la 30
Semiarid	-350 la –200	50 la 70	-30 la -20	15 la 24

Tabelul 2.2

Valori limitative ale principalelor tipuri de umiditate a vremii în România
(după Donciu, 1986)

Tipul de umiditate a vremii	100 P / ETP %
Excesiv de umed	> 200
Foarte umed	161 la 200
Umed	121 la 160
Moderat umed	106 la 120
Normal	96 la 105
Moderat uscat	81 la 95
Uscat	66 la 80
Foarte uscat	51 la 65
Excesiv uscat	< 50

Caracterizări anuale şi lunare din punct de vedere al aridităţii, pe baza datelor pe un şir de 81 ani, pe intervalul 1881 - 1961, din care rezultă caracterul secetos sau ploios al intervalelor considerate, au fost făcute de Topor (1963), calificativele respective fiind atribuite după criteriul Helmann modificat, conform formulei:

$$I_a = \frac{N + 2P}{N + 2S}$$

în care: I_a reprezintă indicele caracteristic al anului;
N - numărul lunilor normale;
P - numărul lunilor ploioase;
S - numărul lunilor secetoase.

S-a pus în evidentă faptul că numărul total al lunilor secetoase reprezintă peste 43 % şi al celor ploioase 35,6 %. Din analiza frecvenţei lunilor foarte secetoase şi foarte ploioase (Când precipitaţiile căzute variază cu 31 la 50 % în plus sau în minus faţă de media multianuală) a reieşit că secetele se pot produce în fiecare lună în ani succesivi, repetându-se la intervale de timp mai mici decât intervalele foarte ploioase, exceptând lunile martie, aprilie şi august, când intervalele maxime de producere ale secetelor sunt mai mari decât cele ale perioadelor foarte ploioase.

Demnă de relevat este încercarea de caracterizare a noţiunilor de an „secetos" sau „ploios" din punct de vedere agricol, pornind de la inadvertenţele create între aprecierea făcută pe baza totalului precipitaţiilor în compararea acestuia cu media multianuală, care conduc la o apreciere deformată în cadrul căderii unei singure ploi mari într-o lună, valoarea căreia întrece media multianuală (medie care este supusă la rândul ei la oscilaţii, în funcţie de lungimea şirului de ani luaţi în calcul). Pornind de la această

situație, se propune un indicator care rezultă din considerarea - pe lângă totalul precipitațiilor - a numărului de zile cu precipitații, dându-i acestui din urmă parametru o pondere mai însemnată, așa cum rezultă din relația stabilită pentru calculul așa-numitului "indice pluviometric":

$$R_z = \sqrt[z]{RR}$$

în care:

R_z este indicele pluviometric;

z- numărul de zile cu precipitații egale sau mai mari de 0,1 mm sau numărul de ploi căzute într-o anumită perioadă de timp (lună, anotimp, an);

RR - cantitatea de precipitații, în mm, căzută în intervalul de timp considerat.

Cu privire la eficiența pentru agricultură a precipitațiilor, în aceeași lucrare (Topor, 1963) se considera că cele mai bune ploi sunt cele a căror intensitate este de 1 mm/oră. În privința cantității, ploile cele mai eficiente sunt cele care dau cel puțin 8-10 mm, adică acelea care durează 8-10 ore. Ca frecvență, optimul se apreciază când ploile cad o dată la 4 zile. Ținând seama de aceste considerente, se apreciază că pentru dezvoltarea plantelor o lună este optimă din punct de vedere pluviometric atunci când cad 70-80 mm în 8 zile. Din calcularea indicelui pluviometric lunar a rezultat pragul de R_z=100 pentru luni ploioase (depășind această valoare) și R_z=25 pentru luni secetoase (nedepășind această valoare).

Din calculele efectuate pentru întreaga țară se ajunge la următoarele cifre procentuale, pe provincii, caracterizând numărul anilor secetoși: 48% în Transilvania, 56% în Banat și Oltenia, 69% în Muntenia și Moldova și 89% în Dobrogea.

Evaluarea gradului de umectare a solului în condiții naturale, bazată pe raportul dintre cantitatea de precipitații anuale și factorul de consumare a apei de către culturile agricole, reprezentat prin suma temperaturilor care depășesc 10^0C, a condus la stabilirea unui alt indicator, denumit tot „coeficient de umectare" (Mirkin, 1960), calculat cu relația:

$$K_u = \frac{P}{0{,}1\sum t}$$

în care:

K_u este coeficient de umectare;

P- cantitatea anuală de precipitații, în mm;

Σt- suma gradelor active (peste 10^0C) în perioada fără îngheț.

Prin luarea în calcul a precipitaţiilor anuale (P), se iau în considerare şi rezervele de umiditate din primăvară. În cazul „coeficientului hidrotermic" al lui Seleaninov, formula [(ΣP/Σt)10] este recomandată numai pentru intervalul cald al anului (Berbecel şi Valuţă, 1960).

Pentru găsirea unor indici climatici sintetici care să permită aprecieri privind condiţiile de favorabilitate naturală din acest punct de vedere, pentru cultura plantelor din ţara noastră s-a propus utilizarea indicelui hidrotermic (Teaci, 1980), rezultat din înmulţirea temperaturii medii anuale cu precipitaţiile medii anuale.

$$I_{ht} = \frac{t \times P}{1000}$$

în care:

I_{ht} este indicele hidrotermic;

t- temperatura medie anuală, în ^{0}C;

P- precipitaţiile medii anuale, în mm.

Calculându-se valorile acestui indice pentru România, a rezultat că el oscilează între 0,7 şi 9, orientând posibilitatea şi oportunitatea acţionării asupra factorului P prin suplimentarea lui cu apa de irigaţie, cu adaptarea lui la situaţia condiţiilor termice, uneori limitative pentru culturile agricole.

O zonare agroclimatică efectuată într-o lucrare de sinteză (Berbecel, 1983) cuprinde 3 zone: caldă-secetoasă, moderată-subumedă şi răcoroasă-umedă, cu caracterizări cantitative a doi parametri: suma temperaturilor pozitive şi precipitaţiile anuale.

Într-o lucrare apărută recent (Florea şi colab., 1988) s-a elaborat o zonare complexă pedoclimatică cu caracteristicile climatice, care conţine elemente utile pentru proiectarea şi exploatarea amenajărilor de irigaţii (tabelul 2.3).

Din compararea indicilor enumeraţi care urmăresc caracterizarea principalilor factori de mediu, rezultă că fiecare dintre aceştia dau o imagine cu totul generală asupra condiţiilor necesare creşterii şi dezvoltării culturilor agricole. O parte din autorii citaţi anterior menţionează faptul că aprecierile rezultate de pe urma luării în considerare a oricărui din indici nu caracterizează favorabilitatea specifică unei anumite culturi. Este bine cunoscută situaţia unui an caracterizat ca nefavorabil, de exemplu pentru porumb, dar care poate fi favorabil pentru grâu, producţia agricolă fiind rezultanta unei multitudini de factori (climatici, edafici, antropici), a căror interacţiune în dinamica sa nu poate fi cuprinsă într-un singur indicator sintetic.

Tabelul 2.3

Zona climatică	Temperatura medie anuală,^{0}C	$\Sigma T>0^0$,^{0}C	$\Sigma T>10^0$,^{0}C	Precipitaţii medii anuale, mm	Precipitaţii medii IV-X mm	Deficit P-ETR IV-X mm
I. Călduroasă-secetoasă din care:	10,5-11,5	4100-4400	3500-3600	400-600	150-330	281-447
I_1.Cu climat litoral	11,0-11,5	4100-4200	>3600	350-400	200	442-461
II. Moderat călduroasă-semiumedă	8,0-10,5	3400-4100	3200-3500	500-700	400-475	220-391
III. Răcoroasă-umedă	5,0-9,0	2900-3500	2400-3000	550-800	380-560	152-243
IV. Rece-foarte umedă	-2,0-6,0	<2900	<2400	800-1400	>560	<152

Rezultă clar din acest punct de vedere că pentru aprecierea efectelor climei asupra recoltelor agricole, problema rămâne încă deschisă, noi contribuţii fiind aşteptate. De fapt, când ne referim, spre exemplu, numai la noţiunea de „secetă agricolă" trebuie să avem în vedere faptul că aceasta trebuie diversificată, luându-se în considerare particularităţile anatomo-fiziologice ale fiecărei plante, eventual grupe de culturi agricole.

Dacă pentru caracterizarea lunii iulie toţi indicii (cu excepţia indicelui Topor pentru Suceava) concordă în sensul evidenţierii aspectului de secetă pronunţată a acestei luni, considerată ca lună de consum maxim a apei de către marea majoritate a culturilor agricole, calificativele pentru perioada caldă a anului 1987 diferă. Astfel, caracteristica de secetă pronunţată a acestei perioade pentru Valu lui Traian şi Mărculeşti este pusă în evidenţă numai de indicele De Martonne, pe când, după Donciu, în toate amplasamentele, perioada respectivă are un caracter mai moderat, iar după Seleaninov se observă aceeaşi uniformitate de apreciere, cu excepţia Sucevei. Indicele pluviometric, după Topor, dă aprecieri oarecum contradictorii, clasificând perioada caldă ca optimă pentru Valu lui Traian şi Suceava şi semiploioasă pentru Timişoara. Examinând cifrele producţiilor obţinute la porumb, se constată că indicii De Martonne şi Donciu nu se reflectă în datele respective, pe când indicele hidrotermic al lui Seleaninov din luna iulie se corelează într-o oarecare măsura cu situaţiile de la Băneasa-Giurgiu şi Mărculeşti (cu indici de 0,6 –0,7 şi producţii de 100.1 respectiv 75,0 q/ha) şi de la Valu lui Traian şi Timişoara (cu indici de 0,4 şi 0,5 şi

producţii de 42,6 respectiv de 34,9 q/ha). În această analiză au fost avute în vedere amplasamentele câmpurilor experimentale din reţeaua ICITID.

Referitor la cele de mai sus, Gayraud (1930) concluzionează faptul că: *„Din punct de vedere agricol caracterul climatului se determină prin influenţa pe care acesta o are asupra producţiei"*, şi mai departe: *„O astfel de caracterizare este foarte greu de exprimat în formule matematice din cauza varietăţii elementelor care concură la determinarea ei"*. Şi apoi: *„Acest caracter îl imprimă nu atât cantitatea medie anuală de ploaie, ci mai ales frecvenţa secetelor temporare agravată de temperaturi foarte ridicate, în momentele cele mai hotărâtoare din viaţa plantelor"*.

Din cele expuse rezultă necesitatea continuării eforturilor pentru găsirea modalităţilor de caracterizare a mediului în care se dezvoltă culturile agricole. De asemenea, cuantificarea parametrilor climatici specifici pentru întreaga gamă a plantelor cultivate, cu diferenţierile inerente datorită diversităţii cerinţelor faţă de climă ale organismelor vegetale.

2.2. FACTORUL SOL ÎN RELAŢIE CU APA

Aprovizionarea controlată a solului cu apă, prin irigaţie în raport de cerinţele plantelor cultivate, la care anterior s-a făcut referire, reprezintă o acţiune care trebuie privită prin prisma a cel puţin două aspecte esenţiale. Unul dintre acestea este efectul imediat asupra recoltelor scontate, iar cel de al doilea se referă la ceea ce se petrece pe termen lung în ceea ce priveşte evoluţia stării ameliorative a solurilor din amenajările de irigaţii.

Manevrând un factor de vegetaţie de cea mai vitală importanţă pentru viaţa plantelor (şi nu numai a plantelor), care este apa, irigaţiile reprezintă un factor de prim-ordin ce influenţează condiţiile de mediu, cu efecte hotărâtoare asupra plantelor, solului şi atmosferei, prin crearea unui microclimat specific. Ţinând seama de faptul că apa necesară culturilor agricole pătrunde în corpul plantelor prin intermediul solului, este firesc ca atunci când se acţionează asupra factorului apa să se cunoască proprietăţile sale (calitatea apei de irigaţie), cerinţele faţă de apă ale diferitelor culturi şi influenţa factorilor climatici asupra lor şi posibilităţile oferite de diferite soluri pentru înmagazinarea, păstrarea şi punerea la dispoziţia plantelor (accesibilitatea) a apei administrate prin irigaţie, având în vedere păstrarea echilibrului necesar între apă şi regimul nutritiv şi de aer din sol.

Ca producţie şi funcţie, în procesul producţiei vegetale, solul este considerat ca "un corp natural sau divers modificat de om, cu constituţie materială, arhitectură internă şi însuşiri fizico-chimice şi biologice specifice

care constituite, împreună cu stratul atmosferic apropiat, mediul de viaţa al plantelor, locul în care au loc procesele lor vitale, acumulările şi transformările de substanţe şi energie. În acest mediu, la contactul rădăcinilor cu soluţia solului şi cu faza solidă a acestuia, au loc procese de absorbire şi de schimb de substanţe, care constituie baza nutriţiei minerale a plantelor" (Chiriţă, 1974). Toate acestea se referă la primul aspect, menţionat anterior. Cel de-al doilea aspect, este destinat unui capitol special, care priveşte chiar controlul evoluţiei teritoriului din marile amenajări de irigaţii din ţara noastră, inclusiv cele constatate, în ceea ce priveşte apa freatică şi solul, în baza cercetărilor efectuate până în prezent.

Revenind la rolul solului, ca mediu ecologic şi corp natural, constatăm că este constituit din trei categorii de substanţe, proprii stărilor de agregare ale materiei:

- substanţe solide – reprezentând faza sau materia solidă a solului;
- apa, încărcată cu substanţe solubilizate şi coloidal dispersate – reprezentând faza lichidă a solului;
- aerul, cu conţinut de NO_2, O_2 CO_2 şi alte gaze, vapori de apă, formând faza gazoasă a solului.

Din cuprinsul solului mai face parte şi „lumea vie a (mezo) faunei şi microorganismelor, agent principal al transformărilor din sol, care îi conferă solului caracterul de corp animat, în lipsa căruia acesta nu ar fi mai mult decât o rocă organo-minerală poroasă, cu procese strict fizico-chimice" (Chiriţă 1974), caracterul acesta fiind propriu însuşirii principale a solului – fertilitatea.

Având în vedere funcţia ecologică fundamentală a apei din sol, de asigurarea aprovizionării continue a zonei rădăcinilor cu cantităţi de apă accesibilă şi de substanţe nutritive uşor asimilabile necesare proceselor vitale ale organismelor vegetale, principalul aspect ce trebuie cunoscut în relaţia sol-apă este accesibilitatea apei pentru plante, aspect strâns legat de unele proprietăţi fizice ale solului şi de stările sau formele apei din sol – deşi conceptul de „formă" se consideră depăşit, fiind lipsit de o fundamentare fizică corespunzătoare (Canarache, 1987).

2.2.1. Solul din punct de vedere al stării fizice

După A. Canarache, din punct de vedere fizic, solul se poate defini ca fiind un sistem heterogen, polifazic, dispers, structurat şi poros. Autorul consideră astfel că jumătate din volumul solului este reprezentat de faza solidă şi câte un sfert de fazele lichide şi gazoasă.

Textura

Din punct de vedere fizic prezintă interes particula elementară a solului prin care se înţelege o particulă solidă minerală silicatică, care nu poate fi divizată în alte particule mai mici decât prin sfărmare şi dispersie. Prin alcătuire granulometrică, numită şi compoziţie mecanică sau textură, se înţelege conţinutul procentual al diferitelor fracţiuni granulometrice. Între conţinuturile diferitelor fracţiuni granulometrice din sol există o corelaţie evidentă cum ar fi spre exemplu între conţinutul de argilă (sub 0,002 mm diametru) şi cel de argilă fizică (sub 0,001 mm). Praful se situează pe o poziţie intermediară, între argilă şi nisip. În relaţie cu apa, acesta are importanţă în ceea ce priveşte ascensiunea capilară şi formarea crustei. Nisipul are însuşiri opuse argilei în sensul că atribuie solului o permeabilitate mai bună, o aeraţie de asemenea mai bună, dar o capacitate de reţinere a apei mai redusă.

În cadrul ICPA sunt recunoscute 6 clase texturale cu subdiviziunile respective care se prezintă în tabelul 2.4.

Tabelul 2.4

Clasificarea texturală a pământului fin al solului *(ICPA 1987, vol. 3)*

Grupe de clase, clase şi subclase structurale ale pământului fin	Conţinut (% din material silicatic) de		
	Argilă sub 0,002 mm	Praf 0,02-0,002 mm	Nisip 2-0,2 mm
Granulometrie grosieră			
Nisip*	sub 6	sub 33	peste 62
Nisip lutos*	6 – 12	sub 33	56 – 94
Granulometrie mijlocie			
Lut nisipos:			
lut nisipos mediu*	13 – 20	sub 33	48 – 87
lut nisipos prăfos	sub 20	33 – 50	30 – 67
praf	sub 20	peste 50	sub 50
Lut:			
lut nisipo-argilos*	21 – 32	sub 15	54 – 70
lut mediu	21 – 32	15 – 32	23 – 52
lut prăfos	21 – 32	33 – 70	sub 47
Granulometrie fină			
Lut argilos:			
argilă nisipoasă	33 – 45	sub 15	41 – 67
lut argilos mediu	33 – 45	15 – 32	23 – 52
lut argilo-poros	33 – 45	33 – 67	sub 35
Argilă:			
argilă lutoasă	46 – 60	sub 33	8 – 32
argilă prăfoasă	46 – 60	33 – 54	sub 22
argilă medie	61 – 70	sub 40	sub 40
argilă fină	peste 70	sub 30	sub 30

*Nisipurile, nisipurile lutoase, luturile nisipoase medii şi luturile nisipo-argiloase se subdivid în funcţie de raportul: nisip fin (0,2 – 0,02 mm) / nisip grosier (2 – 0,2 mm) astfel:

- grosiere..... raportul este mai mic de 1;
- mijlocii.....raportul este cuprins între 1 şi 20;
- fine .....raportul este mai mare de 20.

Textura solului, care este o însuşire foarte stabilă, are legătură directă cu folosirea irigaţiilor, întrucât, spre exemplu, pe solurile cu textură grosieră apa se pierde mai repede prin infiltraţii, sunt necesare udări mai dese, iar necesitatea fertilizării apare în măsura mai mare decât pe alte soluri. Aici sunt necesare măsuri mai severe în ceea ce priveşte reţeaua de transport şi de distribuţie a apei de irigat în vederea prevenirii pierderilor prin infiltraţii.

Solurile cu textură mijlocie prezintă caracteristicile cele mai favorabile pentru irigaţii în timp ce solurile cu textură fină se caracterizează prin cantităţi foarte mari de apă inaccesibilă pentru plante. Efectul negativ al acestora se resimte mai pregnant în perioadele de secetă (culturile pot supravieţui, dar cu producţii foarte mici).

După conţinutul de schelet, solurile (după ICPA) se pot clasifica după cum urmează (începând de la sub 6 % până la peste 90% din volumul total al solului): soluri nescheletice, fără schelet, slab scheletice, scheletice, moderat scheletice, puternic şi excesiv scheletice. Peste 90% se includ pietrişurile şi rocile compacte fisurate (permeabile).

Structura solului

Prin structura solului se înţelege modul de aşezare (grupare) a particulelor elementare în unităţi structurale de anumite forme şi mărimi sub acţiunea a două categorii de procese: de agregare a particulelor şi de separare în fragmente a masei solului. Prin gruparea acestor aglomerări de particule în corpul solului cu aşezări diverse şi prin activităţi de ordin biologic, se formează o *porozitate complexă* – ca dimensiuni şi forme ale porilor – caracteristică neîntâlnită în diferite roci, ceea ce conferă solului, sub raport constitutiv, atributul de sistem heterogen polidispers structurat şi poros (Chiriţă, 1974).

Densitatea şi porozitatea

După A. Canarache (1990), pe lângă dimensiunea particulelor elementare, care defineşte textura şi modul de asociere al acestora, comportarea fizică a solului depinde în cel puţin egală măsură de aşezarea mai laxă sau mai strânsă a particulelor elementare şi a elementelor structurale. Această caracteristică este specifică oricărui corp poros în care particulele componente având dimensiuni şi forme diferite se împachetează în diferite moduri. Împachetarea se realizează de o asemenea manieră încât între particulele solide (inclusiv în interiorul elementelor structurale) rămân goluri (pori) de diferite dimensiuni şi forme etc. Starea de aşezare se exprimă în

indicatori diferiți printre care *densitatea aparentă, porozitatea și gradul de tasare*.

Prin densitate se înțelege raportul între masă și volumul unui corp,

$$D = \frac{M}{Vs}$$

unde: D este densitatea (g/cm^3);

M – masa solului uscat (g);

Vs – volumul particulelor solide ale solului (cm^3).

Densitatea aparentă. Spre deosebire de densitate, prin densitatea aparentă a solului (DA) se înțelege raportul dintre masa solului și volumul total, reprezentând prin urmare o însușire a solului în ansamblu acestuia, a particulelor solide, inclusiv golurile dintre particulele solide. Rezultă astfel:

$$DA = \frac{M}{Vt} = \frac{M}{Vs + Vp}$$

în care: M este masa solului;

Vt = Vs +Vp = volumul total al solului (cm^3);

Vs = volumul părții solide a solului (cm^3);

Vp = volumul porilor (cm^3).

Pentru caracterizarea stării de așezare (împachetare) a solului, volumul specific (Vs) se poate folosi relația:

$$Vs = \frac{Vt \times 100}{M} = \frac{1}{DA} \times 100$$

În practica irigației, cunoașterea densității aparente prezintă o importanță deosebită întrucât reprezintă unul dintre elementele de baza în calculul normei de udare, după cum se va vedea într-unul din capitolele care urmează.

În tabelul 2.5 se prezintă, după A. Canarache (1990), valori orientative ale densității aparente pentru principalele tipuri de sol din România.

Tabelul 2.5

Valorile frecvente orientative ale densității aparente pentru principalele soluri agricole din România

Soluri	Densitatea aparentă (g/cm^3) valori medii pe adâncimea 0 –100 cm	
	La umiditatea de recoltare a probelor de sol	Corectată la capacitatea de câmp
1	2	3
Soluri bălane	1.20 - 1.40	1.15 - 1.35
Cernoziomuri	1.20 - 1.40	1.15 - 1.35
Cernoziomuri freatic umede	1.25 - 1.45	1.20 - 1.40
Cernoziomuri cambice	1.25 - 1.45	1.20 - 1.40
Cernoziomuri argiloiluviale	1.30 - 1.50	1.25 - 1.45

Tabelul 2.5 (continuare)

1	2	3
Soluri cenuşii	1,35 - 1,55	1,30 - 1,50
Soluri brun-roşcate	1,35 - 1,55	1,30 - 1,50
Soluri brun luvice şi luvisoluri albice (soluri podzolite şi podzolice argiloiluviale) *	$\frac{1,25-1,45}{1,40-1,60}$	$\frac{1,20-1,40}{1,30-1,50}$
Vertisoluri şi soluri vertice	1,25 - 1,45	1,20 - 1,40
Psamosoluri şi alte soluri nisipoase	1,35 - 1,55	1,35 - 1,55
Soluri gleice	0,90 - 1,20	0,90 - 1,20
Soloneţuri*	$\frac{1,35-1,55}{1,45-1,65}$	$\frac{1,25-1,45}{1,30-1,50}$
Soluri aluviale şi lăcovişti drenate cu textura:		
- grosieră	1,25 - 1,45	1,25 - 1,45
- mijlocie	1,25 - 1,45	1,20 - 1,40
- fină	1,30 - 1,50	1,20 - 1,40
Soluri aluviale şi lăcovişti cu apa freatică în profil cu textura:		
- grosieră	1,25 - 1,45	1,25 - 1,45
- mijlocie	1,30 - 1,50	1,25 - 1,45
- fină	1,25 - 1,45	1,15 - 1,35

* la numărător 0-50 cm; la numitor 50-100 cm.

Porozitatea (PT) sau spaţiul lacunar. Modul de aşezare al particulelor solide ale solului se poate defini şi prin porozitate totală, care de fapt reprezintă volumul total al porilor în procente din unitatea de volum a solului. Rezultă din relaţia:

$$PT = \frac{Vp}{Vt} \times 100 = \frac{Vp}{Vs + Vp} \times 100$$

în care: Vt reprezintă volumul total al solului în cm^3;

Vs = volumul particulelor solide a solului în cm^3;

Vp = volumul porilor în cm^3.

Valorile porozităţii totale (PT) variază în funcţie de aceiaşi factori care influenţează şi valorile densităţii, inclusiv ale densităţii aparente.

Acestea cresc pe măsura creşterii conţinutului în materie organică atingând 60-70 % în cazul solurilor organo-minerale (soluri de sere sau pajişti în zonele umede), putând merge până la 80 % în turbe. Pe solurile cele mai des întâlnite în zonele agricole ale ţării noastre (soluri bălane, cernoziomuri, soluri cenuşii, soluri brun-roşcate, brune luvice şi luvisoluri albice,

inclusiv vertisolurile și solurile vertice), valorile cele mai frecvente al porozității totale se înscriu, de regulă, între 44 și 54 %, pe adâncimea de până la 100 cm.

În cazul psamosolurilor și al altor soluri nisipoase valoarea acesteia variază între 44 și 48 %, iar în solurile gleice poate atinge până la 55 – 65 % (A. Canarache, 1990). Același autor precizează faptul că porozitatea totală reprezintă un indicator important în legătură cu multe însușiri ale solului. Faptul care interesează în mod special lucrarea de față este acela că valorile mari exprimă o capacitate ridicată de reținere a apei, o permeabilitate mare și o bună aerație. Totodată, trebuie de reținut că interpretarea valorilor porozității totale nu se poate face decât în corelație cu textura solului, de fapt ca și în cazul densității aparente. Astfel, la aceeași valoare absolută a porozității totale, un sol nisipos poate avea însușiri foarte favorabile, care pot fi mai puțin favorabile în cazul unui sol argilos. După A. Canarache (1990), apa accesibilă plantelor din porii mai mici de 10 μ va putea fi folosită de plante numai în măsura în care se va redistribui în sol și va circula spre porii capilari, dar aceștia nu vor putea ajunge prin forțele lor proprii în această rezervă de apă.

Există și unele fenomene complementare, care trebuie avute în vedere în legătură cu diametrul porilor solului și cel al componentelor sistemului radicular al plantelor. Astfel, în unele soluri cu așezare laxă a elementelor structurale, rădăcinile pot îndepărta aceste elemente prin presiunea pe care o exercită în timpul creșterii. În alte soluri, cu textură fină, la umiditate scăzută, pot apărea crăpături cu dimensiuni care să permită pătrunderea rădăcinilor sau a perilor radiculari. După autorul menționat, aceste procese nu au de regulă o pondere semnificativă.

2.2.2. Formele apei în sol

În legătură cu această problemă s-ar putea spune că în prezent, ne aflăm în fața unei adevărate literaturi de specialitate foarte bogată și în același timp diversă. Există referiri foarte vechi, continuate apoi până în timpurile de astăzi, care includ numeroase studii și cercetări, precum și diferite moduri de clasificare, asupra cărora nu considerăm că este cazul să insistăm. Vom face o prezentare pe care o apreciem ca cea mai indicată scopului urmărit de lucrarea de față. Aceasta reprezintă o clasificare după Briggs, citat de Canarache, 1990.

Ca urmare, aceste forme ale apei se prezintă după cum urmează:

Apa legată

Este adsorbită de sol din vaporii de apă ai atmosferei, care este reţinută prin fenomene de adsorbţie, fiind puţin mobilă şi inaccesibilă plantelor.

Apa capilară

Este reţinută în porii solului de dimensiuni reduse, prin fenomenul de capilaritate datorată tensiunii superficiale, care este mobilă şi accesibilă plantelor.

Apa gravitaţională

Este prezentă uneori în porii mari ai solului şi este foarte mobilă, slab reţinută din această cauză, astfel încât se pierde rapid prin infiltraţie sau scurgere. Este în principiu accesibilă plantelor, dar practic acestea nu pot beneficia decât în mică măsură de ea, tocmai din cauză că se pierde repede în sol.

2.2.3. Indicii hidrofizici

Aceşti indicatori, care, aşa după cum arăta A. Canarache (1990), au un caracter convenţional, după acelaşi autor au o largă utilizare.

Unii dintre aceştia, printre care *coeficientul de higroscopicitate, coeficientul de ofilire şi capacitatea de câmp pentru apă* s-au dovedit chiar indispensabili în domeniul irigaţiilor.

Coeficientul de higroscopicitate

Reprezintă umiditatea care se realizează prin menţinerea unei probe de sol uscată în prealabil într-un exicator, în care se află o soluţie de acid sulfuric în concentraţie de 10 %, care asigură în atmosferă o umiditate relativă de 94,3 %.

Având în vedere legătura acestuia cu conţinutul de argilă, în practica irigaţiei se utilizează la determinarea coeficientului de ofilire, care, după cum se va vedea, reprezintă un important indicator în calculul normei de udare, precum şi a altor elemente necesare stabilirii necesarului de apă pentru irigaţii.

Coeficientul de ofilire

Prin acest indicator se defineşte conţinutul în umiditate sub a cărui valoare plantele se ofilesc fără să-şi mai revină, chiar dacă în continuare se realizează o umiditate mai ridicată. În practica irigaţiei se calculează pe baza coeficientului de higroscopicitate după următoarea relaţie: Co = 1,5 Chigr.

E. Moţoc diferenţiază mărimea coeficientului de multiplicare după cum urmează: pentru cernoziomuri = 1,5-2, pentru brune-roşcate, podzolite = 1,7-2,5.

Capacitatea de câmp pentru apă a solului

Reprezintă cantitatea de apă suspendată care este reţinută de sol în mod durabil, sub formă strâns şi labil legată, după ce cea mai mare parte a apei gravitaţionale a fost drenată. În clasificarea lui Dolgov, acest indicator hidrofizic este denumit *capacitatea minimă pentru apă*, spre deosebire de *capacitatea de câmp maximă*, care, după acelaşi autor, reprezintă cantitatea de apă capilară sprijinită, situaţii care apar în cazul unui nivel freatic apropiat de suprafaţa solului, care conţine în afara de apa strânsă şi labil legată, inclusiv o parte din apa liberă capilar sprijinită. Ca şi coeficientul de ofilire, aceasta reprezintă, de asemenea, unul din principalii indicatori utilizaţi în calculul necesarului de apă al plantelor pentru irigat, marcând, prin valoarea sa, limita superioară a apei din sol accesibilă plantelor. Este important de reţinut faptul că orice cantitate de apă introdusă în sol, depăşind această limită, practic nu mai este folosită de către plante, pierzându-se prin infiltraţie.

Determinarea directă a capacităţii de câmp pentru apă se efectuează prin introducerea apei în exces pe o porţiune de sol de cca 2 m^2, după care se fac investigaţii asupra umidităţii solului, imediat după scurgere apei în surplus. Pentru izolarea acestei porţiuni de teren, se foloseşte fie o ramă metalică sau din lemn, de 10-15 cm înălţime, fie un diguleţ de pământ de aceeaşi înălţime. Cantitatea de apă, introdusă lent folosind eventual un furtun fixat într-un butoi cu apă, variază între 300 şi 900 l/m^2 în funcţie de tipul de sol şi de starea de umiditate a acestuia. După introducerea apei, această platformă se acoperă cu paie sau folie din plastic pentru prevenirea evaporaţiei din sol şi apoi se procedează la determinarea umidităţii pe straturi după un oarecare interval de timp (36 ore pentru solurile uşoare şi mijlocii şi 60 ore pentru cele grele), apoi se urmăreşte dinamica umidităţii solului timp de 2-8 zile. Capacitatea de câmp a solului respectiv rezultă din momentul în care se obţin valori constante ale umidităţii acestuia.

Capacitatea de câmp pentru apă a solului se poate obţine şi indirect, fiind aproximativ egală cu *echivalentul umidităţii*, indicator care corespunde cantităţii de apă reţinută de sol şi determinată prin supunerea unei probe de sol de un cm grosime la o forţă centrifugă egală cu de 1000 de ori acceleraţia gravitaţiei, până la o greutate constantă.

Printre autorii care s-au ocupat de indicii hidrofizici, care reprezintă aşa cum am mai arătat o importanţă deosebită în practica irigaţiei, menţionăm pe: Briggs şi Schantz (1912), E. Moţoc (1958), Simota (1959), Veihmeyer

şi Hendrikson (1931), Chiriţă (1974), Canarache (1990). În tabelul 2.6 se prezintă valorile orientative frecvente ale unor indici hidrofizici pentru principalele soluri agricole din România (după Canarache, 1990).

Tabelul 2.6

Valorile frecvente orientative ale unor indici hidrofizici pentru principalele soluri agricole din România

Soluri	Valori medii (%g/g) pe adâncimea 0-100			
	Coeficient de ofilire	Capacitatea de câmp	Capacitatea totală	Capacitatea utilă
Soluri bălane	5-9	19-25	38-42	14-18
Cernoziomuri	8-12	20-26	37-41	12-16
Cernoziomuri freatic umede	9-13	21-27	35-39	11-15
Cernoziomuri cambice	9-13	21-27	34-38	10-14
Cernoziomuri argiloiluviale	10-14	20-26	32-36	9-13
Soluri cenuşii	7-11	18-24	29-33	10-14
Soluri brun-roşcate	11-15	20-26	29-33	8-12
Soluri brun luvice şi luvisoluri albice (soluri podzolite şi podzolice argiloiluviale) *	$\frac{6-10}{11-15}$	$\frac{20-26}{21-27}$	$\frac{34-38}{28-32}$	$\frac{13-17}{7-11}$
Vertisoluri şi soluri vertice	16-20	26-32	34-38	4-12
Psamosoluri şi alte soluri nisipoase	1-3	6-12	30-34	6-10
Soluri gleice	15-25	25-31	54-62	5-9
Soluri aluviale şi lăcovişti drenate cu textură:				
- grosieră	1-5	13-19	34-38	10-14
- mijlocie	5-11	19-25	35-39	12-16
- fină	12-18	22-28	33-37	7-11
Soluri aluviale şi lăcovişti cu apă freatică în profil cu textură:				
- grosieră	1-5	13-19	35-39	10-14
- mijlocie	5-11	19-25	34-38	12-16
- fină	12-18	22-28	36-40	8-12

* la numărător 0-50 cm; la numitor 50-100 cm.

Tot pentru orientarea asupra valorii principalilor indici hidrofizici ce se întâlnesc în solurile României, în tabelele 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, se dau valori, pe grupe de soluri şi pe adâncimi, ale capacităţii de câmp pentru apă, ale coeficientului de ofilire, ale intervalului umidităţii active şi ale porozităţii de aeraţie (PA) calculate, luând în considerare valoarea greutăţii specifice de 2,65 (în afara valorilor PA determinate direct).

Tabelul 2.7

Valorile orientative ale indicilor fizici și hidrofizici pe diferite grupe de sol din România *(după datele ICPA)*

Grupa de sol, localizarea și textura	Ad	DA	CC		CO		IUA		PA
	(m)	t/m^3	% g	m^3/ha	% g	m^3/ha	% g	m^3/ha	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Soluri bălane din Dobrogea, medii	0.5	1.31	24.4	1598	7.6	498	16.8	1100	18.6
	1.0	1.28	23.9	3059	7.4	947	16.5	2112	21.1
	1.5	1.29	23.2	4489	6.9	1335	16.3	3154	21.4
Cernoziomuri (carbonatice) din Câmpia Română estică, medii	0.5	1.15	25.9	1489	9.8	564	16.1	925	26.8
	1.0	1.22	24.5	2989	9.2	1122	15.3	1867	24.1
	1.5	1.25	23.9	4481	8.5	1594	15.4	2888	23.0
Idem din Lunca Dunării, medii	0.5	1.24	25.2	1562	8.0	496	17.2	1066	22.0
	1.0	1.26	24.4	3074	7.3	920	17.1	2154	21.7
	1.5	1.29	23.6	4567	6.7	1296	16.9	3271	20.9
Idem din Dobrogea, medii	0.5	1.25	25.5	1594	9.8	613	15.7	981	21.0
	1.0	1.24	24.5	3038	9.3	1153	15.2	1885	22.8
	1.5	1.25	23.3	4369	8.8	1650	14.5	2719	23.7
Idem din Câmpia Română estică cu textura grea	0.5	1.29	24.1	1554	11.8	761	12.3	793	20.2
	1.0	1.26	23.9	3011	11.7	1474	12.2	1537	22.3
	1.5	1.27	23.2	4420	11.1	2115	12.1	2305	22.6
Cernoziomuri necarbonatice (inclusiv cernoziomuri freatic-umede) din Oltenia, foarte ușoare	0.5	1.46	8.9	650	1.4	102	7.5	548	31.9
	1.0	1.49	8.8	1311	1.4	209	7.4	1102	30.7
	1.5	1.48	9.0	1998	1.5	333	7.5	1665	30.8
Idem, idem ușoare	0.5	1.46	12.5	913	2.4	175	10.1	738	26.7
	1.0	1.47	12.3	1808	2.7	397	9.6	1411	26.4
	1.5	1.47	11.6	2558	2.6	573	9.0	1985	27.5
Idem, idem medii	0.5	1.50	18.4	1380	7.8	585	10.6	795	15.8
	1.0	1.49	17.8	2652	7.8	1162	10.0	1490	17.3
	1.5	1.49	17.5	3911	7.6	1699	9.9	2212	17.7
Idem, idem cu textură grea	0.5	1.34	23.8	1595	11.7	784	12.1	811	17.5
	1.0	1.38	22.9	3160	11.7	1615	11.2	1546	16.3
	1.5	1.38	22.4	4637	11.4	2360	11.0	2277	17.0
Idem din Câmpia Română centrală, cu textură grea	0.5	1.32	25.7	1696	13.4	884	12.3	812	16.3
	1.0	1.33	24.7	3285	13.5	1796	11.2	1489	17.0
	1.5	1.33	24.2	4828	12.6	2514	11.6	2314	17.6
Cernoziomuri cambice (inclusiv cernoziomuri cambice freatic-umede) și solurile cernoziomice din Câmpia Română estică, medii	0.5	1.37	22.6	1548	9.3	637	13.3	911	17.3
	1.0	1.38	22.2	3064	9.2	1270	13.0	1794	17.3
	1.5	1.39	21.9	4566	8.8	1835	13.1	2731	17.1
Idem, idem cu textura grea	0.5	1.36	25.9	1761	12.1	823	13.8	938	13.5
	1.0	1.42	24.6	3493	12.4	1761	12.2	1732	11.5
	1.5	1.44	23.9	5162	11.7	2527	12.2	2635	11.2

Tabelul 2.7 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cernoziomuri argilo-iluviale din Oltenia, cu textură grea	0.5	1.45	23.3	1689	12.2	885	11.1	804	12.9
	1.0	1.45	22.3	3234	12.9	1871	9.4	1363	12.9
	1.5	1.45	21.4	4655	12.6	2741	8.8	1914	14.3
Idem din Câmpia Română Centrală, cu textură grea	0.5	1.38	24.6	1697	13.2	911	11.4	786	14.0
	1.0	1.42	23.9	3394	14.7	2087	9.2	1307	12.5
	1.5	1.45	23.2	5046	14.7	3197	8.5	1849	11.6
Idem, idem cu textură foarte grea	0.5	1.36	28.9	1935	13.3	904	15.6	1061	9.4
	1.0	1.40	26.6	3724	14.3	2002	12.3	1722	9.9
	1.5	1.42	25.3	5389	14.3	3046	11.0	2343	10.5
Idem din Câmpia Română Estică, cu textură grea	0.5	1.33	24.0	1596	12.5	831	11.5	765	17.9
	1.0	1.39	22.5	3128	12.8	1779	9.7	1348	16.4
	1.5	1.42	21.9	4665	12.2	2599	9.7	2066	15.3
Soluri brun-roşcate din Oltenia, foarte uşoare	0.5	1.43	6.5	465	1.0	72	5.5	393	36.7
	1.0	1.44	6.7	965	1.0	144	5.7	821	36.0
	1.5	1.44	7.6	1642	1.1	238	6.5	1404	34.7
Idem, idem uşoare	0.5	1.48	10.3	762	1.3	96	9.0	666	28.9
	1.0	1.51	10.7	1616	1.7	257	9.0	1359	26.9
	1.5	1.52	10.8	2462	1.8	410	9.0	2052	26.2
Idem, idem grele	0.5	1.41	25.8	1819	11.9	839	13.9	980	10.4
	1.0	1.44	24.2	3485	13.3	1915	10.9	1570	10.8
	1.5	1.47	23.9	5270	13.7	3021	10.2	2249	9.4
Idem din Câmpia Română Centrală, grele	0.5	1.37	25.3	1733	13.7	938	11.6	795	13.6
	1.0	1.42	24.1	3422	15.3	2173	8.8	1249	12.2
	1.5	1.43	23.1	4955	15.2	3260	7.9	1695	13.0
Idem, din Câmpia Română Estică, grele	0.5	1.44	23.5	1692	12.4	893	11.1	799	11.8
	1.0	1.49	22.7	3382	13.6	2026	9.1	1356	10.0
	1.5	1.50	22.3	5018	14.1	3173	8.2	1845	9.9
Psamosoluri şi alte soluri nisipoase din Oltenia, foarte uşoare	0.5	1.41	7.3	515	1.2	85	6.1	430	36.5
	1.0	1.42	7.3	1037	1.2	170	6.1	867	36.0
	1.5	1.41	7.4	1565	1.2	254	6.2	1311	36.4
Idem, idem uşoare	0.5	1.42	9.1	646	1.6	114	7.5	532	33.5
	1.0	1.43	9.2	1316	1.5	215	7.7	1101	32.9
	1.5	1.44	9.3	2009	1.6	346	7.7	1663	32.3
Aluviuni şi soluri aluviale din Câmpia Română Estică, uşoare	0.5	1.28	23.9	1530	9.0	576	14.9	954	21.1
	1.0	1.30	23.5	3055	8.7	1131	14.8	1924	20.4
	1.5	1.30	23.6	4602	8.8	1716	14.8	2886	20.3
Idem, idem grele	0.5	1.36	27.3	1856	11.4	775	15.6	1081	11.6
	1.0	1.38	26.4	3643	12.4	1711	14.0	1932	11.5
	1.5	1.38	26.4	5423	12.3	2546	13.9	2877	11.8
Idem, idem, cu textură foarte grea	0.5	1.37	30.5	2089	16.9	1158	13.6	932	6.5
	1.0	1.39	30.5	4240	18.0	2505	12.5	1738	5.2
	1.5	1.39	30.5	6359	17.6	3670	12.9	2689	5.2

Tabelul 2.7 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Idem din Lunca Dunării, uşoare	0.5	1.35	18.5	1249	4.3	290	14.2	959	24.1
	1.0	1.34	18.0	2412	3.7	496	14.3	1916	25.3
	1.5	1.35	18.7	3787	4.3	871	14.4	2916	23.8
Idem, idem, medii	0.5	1.34	25.4	1702	7.6	509	17.8	1193	15.4
	1.0	1.34	24.6	3296	7.3	978	17.3	2318	16.5
	1.5	1.35	24.7	5002	7.7	1559	17.0	3443	15.7
Idem, idem, cu textură grea	0.5	1.30	32.3	2100	16.5	1075	15.8	1027	9.0
	1.0	1.40	29.4	4116	14.7	2058	14.7	2058	6.0
	1.5	1.40	28.2	5922	12.2	2562	16.0	3360	7.7
Idem, idem, cu textură foarte grea	0.5	1.28	34.9	2234	17.8	1139	17.1	1095	7.0
	1.0	1.29	34.0	4386	17.4	2245	16.6	2141	7.5
	1.5	1.29	33.7	6521	16.7	3231	17.0	3290	7.8

Tabelul 2.8

Caracterizarea hidrofizică a solurilor din Câmpia de Vest *(după ICPA, ID – 1985)*

Grupa de sol	Ad (m)	DA t/ m^3	CC		CO		IUA		PA %
			% g	m^3/ha	% g	m^3/ha	% g	m^3/ha	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cernoziomuri	0.5	1.37	22.7	1 555	10.9	747	11.8	807	17.2
necarbonatice (inclusiv	1.0	1.38	21.9	3 022	9.4	1 297	12.5	1 725	17.7
freatic-umede) medii	1.5	1.39	21.1	4 399	7.9	1 647	13.5	2 752	18.2
Idem, cu textură grea	0.5	1.19	26.1	1 553	12.5	744	13.6	8.9	24.0
	1.0	1.24	25.1	3 112	12.4	1 538	12.7	1 574	22.1
	1.5	1.30	24.7	4 817	11.5	2 243	13.2	2 574	18.8
Cernoziomuri cambice	0.5	1.42	23.4	1 661	10.2	724	13.2	937	13.2
(inclusiv freatic-umede) şi	1.0	1.44	22.7	3 269	9.7	1 397	13.0	1 872	13.0
soluri cernoziomoide, medii	1.5	1.46	22.3	4 884	9.1	1 993	13.2	2 891	12.3
Idem, cu textură grea	0.5	1.41	24.3	1 713	12.3	867	12.0	846	12.5
	1.0	1.46	23.8	3 475	12.7	1 854	11.1	1 621	10.2
	1.5	1.47	23.7	5 226	12.4	2 734	11.3	2 492	9.7
Cernoziomuri	0.5	1.29	23.5	1 516	8.8	568	14.7	948	21.0
argiloiluviale, medii	1.0	1.32	22.7	2 996	8.8	1 162	13.9	1 834	20.2
	1.5	1.31	22.5	4 421	8.7	1 710	13.8	2 711	21.1
Soluri brune luvice,	0.5	1.35	22.8	1 539	6.6	446	16.2	1 094	18.3
luvisoluri albice,	1.0	1.44	22.2	3 197	8.6	1 238	13.6	1 959	13.7
planosoluri şi soluri	1.5	1.47	21.5	4 741	8.9	1 962	12.6	2 779	12.9
pseudogleice, medii									
Lăcovişti şi soluri gleice,	0.5	1.35	26.5	1 789	14.8	999	11.7	790	13.3
lutoargiloase	1.0	1.42	25.0	3 550	14.8	2 102	10.2	1 448	10.9
	1.5	1.45	23.7	5 155	15.0	3 263	8.7	1 892	10.9
Idem, argiloase	0.5	1.49	23.1	1 721	12.6	939	10.5	782	10.9
	1.0	1.51	22.6	3 413	13.7	2 069	8.9	1 344	8.9
	1.5	1.51	23.0	5 210	14.0	3 171	9.0	2 039	8.3

Tabelul 2.8 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Soloneţuri cu textură grea	0.5	1.49	23.1	1 721	12.6	939	10.5	782	9.4
	1.0	1.51	22.6	3 413	13.7	2 069	8.9	1 344	8.9
	1.5	1.51	23.0	5 210	14.0	3 171	9.0	2 039	8.3
Psamosoluri şi alte soluri	0.5	1.42	8.9	632	0.8	57	8.1	575	33.8
nisipoase cu textură foarte	1.0	1.43	9.5	1 359	0.8	114	8.7	1 244	32.5
uşoară	1.5	1.45	10.7	2 327	1.0	218	9.7	2 109	29.8
Idem, cu textură uşoară	0.5	1.42	10.5	746	1.6	114	8.9	632	31.5
	1.0	1.43	12.2	1 745	1.6	229	10.6	1 526	28.6
	1.5	1.45	13.0	2 828	2.1	457	10.9	2 371	26.4

Tabelul 2.9

Caracterizarea hidrofizică a solului din Câmpia şi Podişul Transilvaniei

(după ICPA, ID – 1985)

Grupa de sol	Ad (m)	DA t/ m^3	CC		CO		IUA		PA %
			% g	m^3/ha	% g	m^3/ha	% g	m^3/ha	
Cernoziomuri cambice şi soluri	0.5	1.20	32.2	1932	21.5	1290	10.7	642	16.1
cernoziomoide, grele	1.0	1.30	30.4	3955	21.6	2808	8.8	1144	11.0
	1.5	1.35	28.1	5690	20.6	4172	7.5	1518	11.1
Cernoziomuri argiloiluviale, grele	0.5	1.32	30.5	2015	16.4	1082	14.1	931	9.9
	1.0	1.40	28.8	4032	19.0	2660	9.8	1372	6.2
	1.5	1.44	27.3	5897	19.4	4190	7.9	1707	6.3
Soluri brune luvice, luvisoluri	0.5	1.39	27.1	1883	10.2	709	16.9	1174	9.9
albice, planosoluri şi soluri	1.0	1.44	26.7	3845	12.8	1843	13.9	2002	7.2
pseudogleice, grele	1.5	1.46	26.0	5694	13.4	2935	12.6	2759	6.9

Tabelul 2.10

Caracterizarea hidrofizică a solurilor din spaţiul Olt-Vedea-Neajlov

(după Seceleanu, 1986)

Tipul şi subtipul de sol	Ad (m)	DA t/m^3	CC		CO		IUA		PA %
			% g	m^3/ha	% g	m^3/ha	% g	m^3/ha	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sol brun argiloiluvial tipic, molic-vertic, pseudogleizat.									
Brun podzolit vertic, pseudo-gleizat	0.5	1.25	23.4	1463	14.6	913	8.8	550	22.9
Regosol tipic, brun argiloiluvial vertic	1.0	1.30	23.7	3081	16.3	2119	7.4	962	19.9
Erodisoluri tipice, vertice, litice,	1.5	1.31	23.8	4677	16.8	3301	7.0	1376	19.1
argilice									
Brun eumezobazic tipic, gleizat, brun roşcat tipic, vertic									
Brun eumezobazic gleizat	0.5	1.37	23.2	1589	11.9	815	11.3	774	15.6
Vertisoluri pseudogleizate	1.0	1.43	24.2	3461	13.9	1988	10.3	1473	11.2
Regosol tipic, brun argiloiluvial tipic	1.5	1.44	24.6	5314	14.7	3175	9.9	2139	9.8
molic									

Tabelul 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Coluvisol molic, gleizat	0.5	1.42	22.8	1619	11.1	788	11.7	831	14.3
Sol aluvial gleizat	1.0	1.56	23.2	3619	13.1	2044	10.1	1575	7.2
	1.5	1.60	23.5	5640	13.6	3264	9.9	2376	4.8
Erodisoluri rodice, argilice, tipice,	0.5	1.46	24.7	1803	15.6	1139	9.1	664	8.6
vertice, vertice-rodice	1.0	1.51	24.2	3654	16.9	2552	7.3	1102	6.9
	1.5	1.52	24.0	5472	17.0	3876	7.0	1596	6.5
Brun roşcat-molic	0.5	1.35	23.6	1593	9.1	614	14.5	979	16.5
	1.0	1.43	23.4	3346	8.8	1258	14.6	2088	12.1
	1.5	1.45	23.4	5090	9.3	2023	14.1	3067	10.0

Tabelul 2.11

Caracterizarea hidrofizică a solurilor din Podişul Bârladului, Câmpia Covurluiului şi Podişul Sucevei *(după ICPA, ID – 1985)*

Grupa de sol	Ad	DA	CC		CO		IUA		PA
	(m)	t/m^3	% g	m^3/ha	% g	m^3/ha	% g	m^3/ha	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cernoziomuri (carbonatice)	0.5	1.32	25.3	1670	10.7	706	14.6	964	16.8
medii	1.0	1.36	24.0	3264	9.6	1306	14.4	1958	16.0
	1.5	1.37	23.1	4747	8.9	1829	14.2	2938	16.6
Cernoziomuri necarbonatice,	0.5	1.21	23.9	1446	10.0	605	13.9	841	25.4
medii	1.0	1.24	23.4	2902	9.1	1128	14.3	1773	24.2
	1.5	1.26	22.8	4309	9.3	1758	13.5	2551	23.7
Cernoziomuri cambice şi	0.5	1.32	22.3	1472	9.4	620	12.9	852	20.8
soluri cernoziomoide medii	1.0	1.34	21.9	2935	9.4	1260	12.5	1675	20.1
	1.5	1.36	21.3	4345	8.9	1816	12.4	2529	19.7
Idem cu textură grea	0.5	1.34	24.9	1668	13.0	871	11.9	797	16.1
	1.0	1.41	23.7	3342	12.5	1761	11.2	1579	13.4
	1.5	1.44	23.1	9440	12.3	2657	10.8	2333	12.4
Cernoziomuri argiloiluviale	0.5	1.36	22.5	1530	7.8	530	14.7	1000	18.1
medii	1.0	1.46	21.3	3110	8.5	1241	12.8	1869	13.8
	1.5	1.48	20.7	4595	8.5	1887	12.2	2708	13.5
Soluri cenuşii medii	0.5	1.42	21.5	1527	8.3	589	13.2	938	15.9
	1.0	1.47	20.9	3072	8.8	1294	12.1	1779	13.8
	1.5	1.46	20.3	4446	8.4	1840	11.9	2606	15.3
Psamosoluri şi alte soluri	0.5	1.35	9.2	621	1.8	122	7.4	499	36.6
nisipoase	1.0	1.37	9.5	1302	1.8	247	7.7	1055	35.3
	1.5	1.41	9.8	2073	2.3	486	7.5	1587	33.0
Aluviuni şi soluri aluviale	0.5	1.28	23.7	1517	6.5	416	17.2	1101	21.4
medii	1.0	1.31	24.1	3157	7.5	983	16.6	2174	19.0
	1.5	1.33	24.2	4828	8.5	1696	15.7	3132	17.6

Intervalul dintre capacitatea de câmp pentru apă şi coeficientul de ofilire poartă denumirea de *capacitate de apă utilă* (CU). În practica irigaţiei acest interval mai este cunoscut şi sub denumirea de *interval al umidităţii active* (IUA).

Cercetările privind accesibilitatea apei au evidenţiat faptul că în cadrul intervalului umidităţii active se disting intervale mai restrânse decât diferenţa dintre capacitatea de câmp (CC) şi coeficientul de ofilire (CO).

Astfel, dacă plantele agricole, spre exemplu, rezistă până la umidităţi scăzute, atingând coeficientul de ofilire fără a-şi întrerupe funcţia vitală, acest lucru nu este valabil şi în ceea ce priveşte recoltele. Din investigaţiile efectuate atât la noi în ţară, cât şi peste hotare s-a constatat că scăderea umidităţii sub o anumită limită, cunoscută sub denumirea de *plafon minim al umidităţii solului*, conduce inerent la scăderea producţiei agricole, chiar dacă rezerva de umiditate din sol este superioară coeficientului de ofilire.

Acest *plafon minim* variază în funcţie de mai mulţi factori printre care planta, solul, clima etc. Din cercetările efectuate s-a constatat faptul că totuşi solul este elementul hotărâtor de care depinde acest indicator. Din acest punct de vedere ţara noastră s-a impus cu unele contribuţii, chiar priorităţi (Botzan, 1966, 1972).

În funcţie de principalele tipuri texturale de sol din ţara noastră, orientativ plafonul minim (Pmin) în cadrul intervalului activ (diferenţa dintre CC şi Co) poate avea valorile care se prezintă în continuare:

$$Pmin = Co + \frac{1}{3}(CC-Co) \qquad \text{pentru soluri uşoare (1);}$$

$$Pmin = Co + \frac{1}{2}(CC-Co) \qquad \text{pentru soluri mijlocii (2);}$$

$$Pmin = Co + \frac{2}{3}(CC-Co) \qquad \text{pentru soluri grele (3).}$$

Această situaţie este valabilă pentru culturile cele mai larg răspândite în ţara noastră, inclusiv pentru plantaţiile de vii şi pomi.

În categoria solurilor uşoare nu sunt incluse nisipurile, unde cercetările efectuate au demonstrat că pentru acestea, cel mai indicat plafon minim este cel care rezultă din adăugarea la coeficientul de ofilire jumătate din intervalul activ (relaţia 2).

De altfel, din cercetările de lungă durată efectuată în reţeaua de câmpuri experimentale a ICITID rezultă că, în general, menţinerea rezervei de

apă din sol la jumătatea intervalului activ situat deasupra coeficientului de ofilire, prin folosirea irigațiilor, dă rezultate bune pe marea majoritate a solurilor din România. Cazurile în care lucrurile stau altfel (diferențiate conform celor 3 relații menționate mai sus), sunt foarte rare, reprezentând excepții care se abat de la această regulă generală (Grumeza, Merculiev, Kleps, 1989).

Trebuie de făcut precizarea că atunci când se vorbeşte de *plafonul minim*, este necesar să se ştie că în funcție de acesta rezultă şi mărimea *normei de udare*, care trebuie să aibă în vedere în aceeaşi măsură atât aspectele legate de plantă şi sol cât şi cele care privesc folosirea rațională a echipamentului de udare. Or, din cercetările efectuate rezultă că, prin utilizarea plafonului minim menționat anterior, se realizează cel mai bine deziderate care au în vedere atât producțiile culturilor cât şi modul de organizare a muncii la aplicarea udărilor. Este de fapt diferențierea pe care o face Canarache (1990) între cele două categorii de norme de udare (pedologică şi tehnologică) în funcție de sol şi de echipamentul de udare.

2.3. CALITATEA APEI DE IRIGAȚIE

La aprecierea calității apei de irigație trebuie avute în vedere două aspecte principale, ținând seama de rolul apei ca factor de vegetație în viața plantelor, pe de-o parte, şi ca factor ce contribuie la modificarea proprietăților solului, pe de altă parte. Legat de primul aspect, este necesară cunoaşterea toleranței la săruri a diferitelor plante şi a soluției solului, iar în ceea ce priveşte cel de-al doilea, trebuie cunoscute proprietățile solului şi schimbările ce urmează să se producă prin interacțiunea dintre sol şi apă.

În afară de caracteristicile privind compoziția chimică a apei de irigație, trebuie avute în vedere şi proprietățile fizice, manifestate prin temperatură şi grad de aluvionare (conținut de suspensii). În condițiile țării noastre, sursele de apă pentru irigație nu ridică probleme în privința temperaturii, se poate admite folosirea la irigat chiar a unor ape provenite din surse subterane de adâncime, având temperatura de 10-12^{0}C, cu condiția vehiculării apei în canale deschise, fără a necesita bazine de încălzire. Minimizarea efectului negativ al temperaturii scăzute a solului se poate realiza prin sporirea dozei de fosfor (Wierenga şi Hagan, 1966). Cu privire la aluviunile transportate de cursurile de apă din țara noastră, acestea variază mult în cursul anului, râurile interioare având un debit solid de 1-3 g/l, iar Dunărea 0,4 g/l la ape mici şi 2-3 g/l la ape mari. Acest aspect, pe lângă faptul că şi mărimea aluviunilor este supusă, de asemenea, la variații în

timp, trebuie avut în vedere, că în cazul irigării unor soluri grele, pătrunderea aluviunilor în cantităţi mari modifică în sens negativ textura şi –implicit – porozitatea, viteza de infiltraţie şi capacitatea de înmagazinare şi de reţinere a apei (Pleşa şi Florescu, 1974).

Existenţa în apă a carbonatului şi bicarbonatului de sodiu, a clorurilor şi a sulfaţilor de sodiu şi de magneziu, contribuie la ridicarea presiunii osmotice a soluţiilor, perturbând regimul hidric al solului, nutriţia minerală şi fotosinteza plantelor, pe lângă efectele negative asupra solului prin sărăturare secundară, ca efect al acumulării sărurilor nocive în straturile superioare ale profilului de sol.

Pentru clasificarea apei de irigaţie nu există până în momentul de faţă indicatori unici, aceştia variind în funcţie de condiţiile naturale în cadrul cărora se aplică irigaţia. Astfel, în Rusia, este recomandată ca limită a mineralizării totale, intervalul de 0,2 – 0,5 g/l a conţinutului total de săruri, admiţându-se însă şi valori de 0,5 – 1,0 g/l. În S.U.A. acest indicator se recomandă a fi sub 0,48 g/l; în Algeria şi India, de 0,5 – 2,0 g/l la un conţinut al ionilor de sodiu în raport cu suma ionilor de magneziu şi calciu (criteriul Kelley), nedepăşind 60% (Baron şi colab., 1980 – 1981).

După laboratorul de salinitate din S.U.A., menţionat de Gh. Sandu şi colab. (1986), pretabilitatea apelor pentru irigat este determinată de valorile conductivităţii electrice, precum şi de condiţiile de sol.

În legătură cu calitatea apei de irigaţie pentru condiţiile ţării noastre, în contextul folosirii eventuale a unor surse ce furnizează continuu sau periodic ape de calitate slabă, s-a elaborat de către Institutul de Cercetare şi Inginerie Tehnologică pentru Irigaţii şi Drenaje (I.C.I.T.I.D.) şi I.C.P.A. un act normativ (STAS 9450) intrat în vigoare în anul 1988, care precizează indicatorii care trebuie avuţi în vedere, cu limitele respective. Indicatorii luaţi în considerare la aprecierea calităţii apei de irigaţie se clasifică în următoarele grupe:

- reacţia (pH-ul) apei;
- indicatorii salini (reziduu salin, indicele SAR şi indicele CSR);
- indicatorii toxici sau dăunători;
- indicatorii infectocontagioşi.

La aceştia, I. Shainberg şi J.D. Oster mai adaugă şi conţinutul în Bor.

Pentru reacţia (pH-ul) apei de irigaţie, s-au stabilit următoarele trei categorii, cu limitele respective, ale valorilor pH-ului: apă tolerabilă la pH=5,5 – 6,4; apă corespunzătoare la pH= 6,5-7,2 şi apă tolerabilă la pH=7,3-8,6, nerecomandându-se folosirea unor ape ce depăşesc aceste limite, fie în

domeniul acid, fie în cel alcalin, pentru a preîntâmpina unele procese de degradare secundară a solului.

Tabelul 2.12

Clasificarea apelor după laboratorul de salinitate S.U.A.

(citat după Kovda şi colab., 1973)

Conţinutul în săruri (g/l)	Conductivitatea electrică (C.E./25°C) µmho la 25°C	Apreciere
<0.2	0<C.E.$_a$≤250	C_1 - Ape cu grad mic de mineralizare care pot fi folosite la irigarea majorităţii plantelor şi solurilor fără restricţii, cu posibilitate mică de apariţie a problemelor de salinitate.
0.2 - 0.5	250<C.E.$_a$≤750	C_2 - Ape moderat mineralizate care pot fi folosite, dar cu cerinţe moderate de spălări. Plante cu toleranţă moderată la salinitate care pot fi irigate în majoritatea cazurilor fără măsuri speciale de controlul salinităţii. Pe solurile cu textură grosieră, intensiv drenate, aceste ape se pot folosi şi la irigarea plantelor sensibile.
0.5 - 1.5	750<C.E.$_a$≤2250	C_3 - Ape cu grad de mineralizare mare ce nu pot fi folosite pe soluri cu restricţii de drenaj; sunt necesare amenajări speciale pentru controlul salinităţii solurilor şi cu cultivarea plantelor tolerante la salinitate. Pe teritoriile moderat drenate sunt necesare spălări profilactice periodice.
1.5 - 3	225<C.E.$_a$≤5000	C_4 - Ape cu grad foarte mare de mineralizare care nu pot fi pretabile pentru irigaţii în condiţii obişnuite, dar pot fi folosite ocazional în condiţii de circumstanţă specială. Solurile trebuie să fie permeabile, drenajul teritoriului să fie corespunzător, apa de irigat trebuie dată în cantităţi mai mari, ca să asigure un front descendent, percolativ şi plante cu toleranţă mare la salinitate.
>3	≥5000	C_5 - Ape ce nu pot fi folosite la irigat.

Indicatorii salini cuprind atât indicatorii de salinizare, cât şi pe cei de alcalizare a solului. Astfel, în funcţie de reziduul salin şi de indicele CSR (carbonatul de sodiu rezidual) s-au precizat cinci clase de salinitate, iar în funcţie de indicele SAR (raportul de adsorbţie a sodiului) s-au evidenţiat patru clase de alcalizare. Indicele CSR reprezintă raportul ionului de sodiu faţă de suma cationilor de calciu, magneziu, sodiu şi potasiu:

$$Na\% = \frac{Na^{+}}{Ca^{++} + Mg^{++} + Na^{+} + K^{+}},$$

rezultând procentul dăunător din totalul cationilor. Se poate calcula şi în miliechivalenţi, după următorul procedeu: se determină conţinutul de car-

bonaţi şi de bicarbonaţi, conţinutul de calciu şi magneziu, determinându-se indicele CSR cu ajutorul relaţiei:

$$CSR = (HCO_3^- + CO_3^{2-}) - (Ca^{2+} + Mg^{2+}), \text{ în meq/dm}^3$$

Indicele SAR, indicând gradul de alcalizare a solului, se calculează cu relaţia bazată pe ecuaţia schimbului cationic:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

Cu privire la acest indicator, s-au propus în ultimii ani anumite completări, prin introducerea unor coeficienţi rezultaţi de pe urma luării în considerare şi a altor componente care contribuie la alcalizarea solului şi prin aprecierea acestui indicator, în funcţie de compoziţia mineralogică a solurilor, evidenţiindu-se faptul că cel mai pronunţat pericol de alcalizare îl reprezintă solurile montmorilonitice (Pankova şi Prohorov, 1985).

Ţinând seama de indicatorii salini şi cei de alcalizare, s-au întocmit tabele cu limitele pentru indicii şi componentele apei de irigaţie, ţinând seama de clasele de salinitate şi de cele de alcalizare, după cum urmează:

Clase de salinitate:

- clasa C_1 (CSR max. =0,63), cu reziduu salin redus; apa utilizabilă la majoritatea solurilor şi plantelor de cultură;
- clasa C_2(CSR max. =1,25), cu reziduu salin moderat; apa utilizabilă cu norme de irigaţie care să asigure spălarea pe soluri permeabile şi la plante moderat tolerante la salinitate;
- clasa C_3 (CSR max. =1,90), cu reziduu salin ridicat; apa utilizabilă cu amenajări speciale pentru spălare şi drenaj, pe soluri permeabile şi la plante tolerante la salinitate;
- clasa C_4 (CSR max. =2,50), cu reziduu salin foarte ridicat; apa utilizabilă cu amenajări speciale pentru spălare şi drenaj, pe soluri permeabile şi la plante foarte tolerante la salinitate;
- clasa C_5 (CSR max. =peste 2,50), cu reziduu salin foarte ridicat; în general, apa neutilizabilă pentru irigaţii în condiţiile din România.

Clase de alcalizare:

- clasa S_1 (SAR =3.....8), cu potenţial de alcalizare redus; apa utilizabilă pe majoritatea solurilor;
- clasa S_2 (SAR = 7.....15), cu potenţial de alcalizare moderat; apa utilizabilă pe soluri permeabile, fără amenajări speciale de spălare şi drenaj;

- clasa S_3 (SAR =11.....22), cu potenţial de alcalizare ridicat; apa utilizabilă pe soluri permeabile cu amenajări speciale pentru spălare şi drenaj; este necesară aplicarea de amendamente organice şi minerale;

- clasa S_4 (SAR peste 22), cu potenţial de alcalizare excesiv de ridicat; apa neutilizabilă pentru irigaţii, în toate cazurile.

În funcţie de mărimea normelor de irigaţie, se clasifică în două categorii de calitate:

- categoria I, pentru norme de irigaţie mari, zone aride şi textura solului medie-grosieră;

- categoria II, pentru norme de irigaţie reduse, zone umede şi textura solului fină.

În afara indicatorilor sintetici (CSR şi SAR), s-au stabilit limitele admisibile pentru unele componente în vederea aprecierii calităţii apei de irigaţie. Astfel, în cadrul indicatorilor salini s-au fixat limite pentru conţinutul de cloruri (Cl^-), sulfaţi (SO_4^{2-}), reziduu salin şi conductivitate electrică, iar din rândul indicatorilor pentru aprecierea potenţialului de alcalizare s-au precizat limite pentru conţinutul de sodiu (Na^+) şi conţinutul de calciu şi magneziu ($Ca^{2+} + Mg^{2+}$).

Privitor la indicatorii toxici sau dăunători se acordă o atenţie specială metalelor grele (bor, cobalt, mercur, plumb, zinc), stabilindu-se limite destul de severe, în special în cazul aplicării unor norme de irigaţie mari.

De asemenea, apa de irigaţie s-a categorisit în funcţie de numărul de germeni coliformi pe dm^3 (considerat ca indicator infectocontagios), în trei categorii:

- apa potabilă, cu numărul maxim de germeni coliformi pe dm^3 până la 10^2, utilizabilă pentru toate solurile şi plantele;

- apa moderat poluată, cu numărul de germeni coliformi pe dm^3 de peste 10^2 până la 10^5, utilizabilă pentru toate solurile şi plantele, cu excepţia solurilor foarte permeabile şi a plantelor cu destinaţie alimentară şi furajeră în stare proaspătă sau conservate prin congelare, murate, fără prelucrare termică;

- apa intens poluată, cu numărul germenilor coliformi pe dm^3 peste 10^5, utilizabilă numai pentru solurile cu pânza freatică peste 4 m adâncime şi pentru culturile ale căror produse sunt prelucrate termic industrial, precum şi pentru produsele vegetale nealimentare.

S-au stabilit, de asemenea, limitele maxime pentru radioactivitatea globală (pentru radiaţii alfa-30 Bq/dm^3 şi pentru beta-1400 Bq/dm^3), cât şi pentru radionuclizi izolaţi (cesiu 137-100 pCi/dm^3, stronţiu 90-10 pCi/dm^3 şi radiu 226-6 pCi/dm^3).

În cazul utilizării la irigaţie a unor ape din clasele C_2 –C_4 este necesară cunoaşterea toleranţei la salinitate a diferitelor plante cultivate.

În funcţie de toleranţa plantelor la salinitate, definită ca „posibilitatea plantelor de a creşte şi asigura o producţie normală din punct de vedere cantitativ şi calitativ în prezenţa sărurilor nocive din soluţia din sol", plantele se împart în trei grupe: sensibile, semitolerante şi tolerante.

Ca plante sensibile se consideră: fasolea, mazărea, varza, ţelina, ridichile, pomii fructiferi şi viţa-de-vie. Cele semitolerante sunt: porumbul, floarea-soarelui, grâul, sorgul, lucerna, inul, tomatele, ardeiul şi ceapa.

În grupa plantelor tolerante intră: sfecla de zahăr, meiul, orzul, iarba de Sudan, tutunul, rapiţa, bumbacul şi spanacul (Pleşa şi Florescu, 1974). Se menţionează toleranţa bumbacului, orzului şi sfeclei de zahăr la concentraţii ale soluţiei solului de 4,5-5,1 g/l. Grâul de primăvară, sfecla de masă, soia şi lucerna, încep să sufere la un conţinut de săruri peste 1,3-3,2 g/l. Majoritatea arborilor fructiferi (caişi, piersici, peri, lămâi, portocali, migdali ş.a.) şi unele legume (ceapa, morcovii ş.a.) dau recolte bune numai în cazul unui conţinut de săruri în stratul ocupat de rădăcini de cca 0,6 g/l (Pankova şi Prohorov, 1985).

În aprecierea calităţii apei de irigaţie, în afara criteriilor şi indicatorilor cuprinşi în STAS 9450, literatura de specialitate (Botzan, 1966; Pleşa şi Florescu, 1974) citează diverse clasificări care urmăresc evitarea sărăturării sau alcalizării solurilor, cum sunt:

- clasificarea apelor de irigaţie după reziduu mineral (Legostaev), în funcţie de mineralizarea lor clorurică sau clorurosulfatică, cu conţinut de reziduu mineral fix până la 3 g/l (conţinutul de reziduu mineral fix de 2,0-3,0 g/l fiind potrivit numai pentru plantele semitolerante la salinitate);
- clasificarea apei de irigaţie după coeficientul de irigaţie Priklonski, bazat pe raportul dintre miliechivalenţii de Na^+ şi cei de anioni puternici Cl^- şi SO^-_4, valoarea coeficientului calculându-se în mod diferit, după cum conţinutul de Na^+ este mai mic sau mai mare atât faţă de Cl^-, cât şi faţă de suma $Cl^- + SO_4^-$. Se consideră ca nesatisfăcătoare apele cu coeficientul Priklonski având valoarea sub 6, până la 1,2, necesitând aproape în toate cazurile drenajul artificial, iar valoarea sub 1,2 indică ape improprii pentru irigaţii;
- criteriul Kelley, amintit mai înainte, a cărui valoare dacă depăşeşte limita 1 apare pericolul de alcalizare, care este evident la valori de peste 4;
- clasificarea complexă, după Thorne şi Peterson, rezultă din combinarea celor 5 clase de salanizare (după conductanţa electrică) şi a celor patru de alcalizare (după indicele SAR);

- clasificarea apei de irigaţie, după Florea (citat de Pleşa şi Florescu, 1974), în funcţie de conţinutul total de săruri şi conţinutul relativ de sodiu, stabilind ca dăunătoare apele cu un conţinut de săruri de cca 4,5 g/l şi un conţinut procentual de natriu de 33,3% din suma m.e.

2.4. CERINŢELE FAŢĂ DE APĂ ALE PRINCIPALELOR CULTURI AGRICOLE ŞI HORTIVITICOLE

Importanţa apei ca factor de vegetaţie în viaţa plantelor este cunoscută şi apreciată ca atare din momentul în care omul a început să practice agricultura. Pe măsura aprofundării cunoştinţelor agronomice şi odată cu progresele realizate în domeniile conexe (fiziologie vegetală, pedologie, climatologie, biofizică ş.a.) s-au putut aduce unele precizări şi diferenţieri ale cerinţelor faţă de apa pentru culturile agricole.

Apa din corpul plantelor se găseşte în diferite stări: o parte din apă intră în structura tuturor compuşilor chimici ai materiei organice (apa de constituţie), altă parte este reprezentată de apa foarte strâns legată osmotic şi de către biocoloizi şi, în fine, o altă parte din apă se găseşte în vasele celulelor plantelor, fiind foarte slab reţinută, este mobilă şi se deplasează din celulă în celulă sau dintr-un organ într-altul, sub efectul forţelor care acţionează în interiorul organismului vegetal sau în afara sa. Pentru o dezvoltare normală a plantelor este necesar un conţinut ridicat de apă în ţesuturile acestora, ceea ce se realizează printr-o menţinere continuă a unei umidităţii ridicate în sol (Krujilin, 1954).

Intensitatea cu care apa din sol este consumată de către plante depinde, în afara diferenţierilor cauzate de specie, soi, faze de creştere etc., de gradul de dezvoltare a rădăcinilor şi a modului de răspândire a acestora în sol. Sistemul radicular se dezvoltă cel mai intens spre finele primei jumătăţi a perioadei de vegetaţie, atunci când plantele sunt tinere şi când regimul de umiditate din sol influenţează cel mai mult intensitatea creşterii rădăcinilor şi modul lor de distribuire. La o înrădăcinare superficială, stratul ocupat de rădăcini are o grosime redusă, iar după o udare apa disponibilă pentru plante este consumată într-un interval scurt de timp. Odată cu intrarea în lunile de vară cu consum maxim de apă pentru evaporaţia de la suprafaţa solului şi transpiraţia plantelor, stratul ocupat de rădăcini se usucă într-un ritm rapid. Pe de altă parte, cu cât numărul de rădăcini fiziologic – active se găseşte în proporţie mai mare în straturile superioare ale solului, cu atât plantele folosesc mai bine elementele nutritive de origine

minerală şi precipitaţiile de vară, care contribuie la umectarea unui strat subţire de sol. Din această cauză, pentru realizarea unor producţii agricole mari, este necesară o corelare între cantităţile de apă de irigaţie şi cele provenite din precipitaţii, fapt care contribuie la o înrădăcinare mai profundă a plantelor şi la o dezvoltare mai puternică a sistemului radicular fiziologic activ. Importanţa considerării căderii precipitaţiilor cu diferite grade de probabilitate a fost relevată în ultimii ani şi în ţara noastră, stabilindu-se orientativ cantităţile de apă provenite din precipitaţiile căzute în anumite intervale de timp (lunare, chenzinale şi decadale), cu trepte de probabilitate pentru unele zone ale ţării (Bălăceanu, 1986).

Dacă suprafaţa unui sol bine aprovizionat cu apă este menţinută într-o stare afânată, fără formare de crustă sau crăpături, procesul de uscare prin evaporaţie de la suprafaţa solului se propagă pe grosimea orizonturilor superioare (20-30 cm), consumarea apei din orizonturile inferioare depinzând de adâncimea pătrunderii rădăcinilor. Pentru a avea o înrădăcinare corespunzătoare este necesară asigurarea unei umidităţi optime în sol pe adâncimi progresiv-crescătoare, ca urmare a ritmului de dezvoltare a plantelor şi – în paralel – de consum din ce în ce mai mărit al apei din sol (Garin, 1962).

Cu privire la adâncimea de dezvoltare a masei principale de rădăcini, care determină adâncimea de udare, literatura de specialitate din ţară şi din străinătate (Botzan, 1966; Pleşa şi Florescu, 1968, 1974; Grumeza şi colab., 1979; Ionescu – Siseşti Vl., 1982; Grammatikati, 1966; Sluhai, 1974; Spak, 1987; Lamari şi colab., 1983 ş.a.) recomandă pentru culturile de câmp, în general, valori de 0,5-0,75 m pentru cele cu înrădăcinare superficială (grâu, fasole, mazăre); de 0,75 –1,0 m pentru majoritatea culturilor cu înrădăcinare medie – profundă (porumb, sfeclă, soia, floarea-soarelui, cartofi, lucernă şi trifoiul în primul an de vegetaţie) şi de 1,0-1,25 m pentru culturile cu înrădăcinare profundă (lucerna şi trifoiul în anul II sau III). Pentru culturile de legume, această valoare oscilează între 0,5 şi 0,8 m , fiind mai mică în primele faze şi variind în funcţie de specie, astfel; pentru solanofructoase şi vărzoase: 0,6-0,7 m; pentru rădăcinoase: 0,8 m; pentru bulboase: 0,5-0,6 m.

Pentru pomii fructiferi, această adâncime se situează între 1 şi 1,5 m, iar pentru plantaţiile tinere şi pentru arbuşti este de 0,75 m. Pentru viţa-de-vie s-a precizat cifra optimă de 1,0 m, ţinând seama că 75% din rădăcinile acestei plante se concentrează până la această limită. La această cultură este pregnantă influenţa portaltoiului şi a factorilor de mediu (în special regimul termic) şi antropici (agrotehnică, distanţa de plantare). Aceste

valori oscilează în jurul a 0,6 m în Podgoria Târnavelor, de la 0,4 la 0,8 m în Podgoria Drăgăşanilor şi în jurul a 0,5 m pe solurile excesiv erodate. Faţă de cifrele menţionate, adâncimea maximă de pătrundere a rădăcinilor este cu 50-100% mai mare. Privitor la viteza de creştere a rădăcinilor (Spak, 1987) se dau următoarele cifre, în condiţiile unei umectări optime iniţiale (eventual prin aplicarea unor udări de aprovizionare):

- pentru grâul de toamnă:
  - de la semănat până la intrarea în iarnă .....1,4 cm/zi
  - de la începutul vegetaţiei în primăvară până la înspicat ...3,0 cm/zi
  - de la înspicat până la coacere .....0,5 cm/zi
- pentru floarea-soarelui:
  - de la răsărit până la apariţia celei de-a doua frunze .....1,0 cm/zi
  - de la apariţia celei de-a doua frunze până la înflorit .....3,0 cm/zi
  - de la înflorit până la coacere .....0,5 cm/zi
- la lucernă, în medie .....3,0 cm/zi

Cu privire la modul de consumare al apei din diferite straturi ale solului în condiţii de irigare, se apreciază că din prima jumătate a stratului activ, în care se dezvoltă rădăcinile, se consună cca 70-75% din rezerva de apă considerată pe întreaga adâncime a stratului radicular. Acest aspect a fost avut în vedere când s-au precizat cifrele menţionate mai sus privind adâncimea de dezvoltare a masei principale de rădăcini (adâncimea de udare). La o cultură de porumb, ale cărei rădăcini au ajuns până la adâncimea de 2 m, din primii 80 cm s-a extras 67,1 % din totalul apei consumate de această cultură, iar numărul de rădăcini a reprezentat 89,2 % din totalul rădăcinilor, revenind astfel cca 30% din consumul total de apă la cca 11 % din totalul acestora (Grammatikati, 1966). Prin folosirea irigaţiei este important să se asigure o înrădăcinare profundă a culturilor, prin realizarea unei umidităţii optime în sol pe adâncimea de dezvoltare a masei principale de rădăcini, ceea ce face ca plantele să fie mai puţin afectate de scăderea umidităţii din straturile superioare ale profilelor de sol. Asigurarea umidităţii optime în prima parte a perioadei de vegetaţie a culturilor de câmp, a pomilor, a viţei-de-vie şi numai parţial în cazul legumelor, în general, se realizează în condiţiile ţării noastre prin regimul pluviometric relativ bogat al lunilor mai şi iunie. Ca urmare, de regulă, sunt necesare udări de aprovizionare pentru asigurarea răsăritului, în condiţii de secetă toamna sau primăvara, sau în cazul unor culturi de legume care necesită o umiditate ridicată în sol în tot cursul perioadei de vegetaţie.

Referitor la cerinţele diferenţiate faţă de apă în cursul perioadei de vegetaţie, în cazul culturilor de câmp trebuie avute în vedere, în special

aşa-numitele „perioade critice", în care lipsa de apă are repercusiuni negative din cele mai puternice asupra dezvoltării plantelor şi – în ultimă instanţă – asupra producţiei culturilor respective. În general, aceste perioade coincid cu perioadele de formare a organelor de reproducere şi a fructelor (la plantele producătoare de fructe şi seminţe), cu acumularea masei vegetale subterane sau supraterane (rădăcinoasele, tuberculiferele, plantele producătoare de masă verde). Astfel, la culturile de câmp, după diferiţi autori (Botzan, 1966; Pleşa şi Florescu, 1968; Garkusa, 1985; Lamari, 1983), se disting următoarele faze critice:

- grâu: îmburdufare – umplerea bobului (coacerea în lapte);
- porumb: înspicat – coacerea în lapte – ceară (cu 7-10 zile înaintea înspicatului – 10-20 zile după înflorit);
- sfecla de zahăr: după cca o lună de la răsărit până la recoltat (în timpul creşterii intense a frunzelor şi rădăcinilor);
- cartof: de la înflorit la recoltat (îmbobocit – formarea în masă a tuberculilor);
- floarea-soarelui: formarea capitulelor – înflorit – umplerea seminţelor;
- fasole: la înflorit;
- lucerna pentru fân: înainte de înflorit şi după fiecare coasă;
- soia: îmbobocit – înflorit – umplerea bobului;
- sorg, mei: apariţia paniculului – umplerea bobului.

Pentru culturile de legume, pe culturi sau grupe de culturi, perioadele de consum maxim al apei (după Păunel citat de Grumeza şi colab., 1979), se prezintă astfel:

- în tot cursul perioadei de vegetaţie: pătlăgele vinete, castraveţi, dovlecei, gulii, ridichi de lună;
- în timpul formării şi creşterii fructelor: tomate;
- în timpul înfloritului şi creşterii fructelor: ardei;
- în timpul formării căpăţânii şi în timpul creşterii şi formării inflorescenţei la varză şi, respectiv, conopidă;
- după formarea căpăţânii, la salată;
- în timpul creşterii şi formării bulbului, la ceapă;
- de la semănat la răsărit şi în timpul acumulării substanţelor de rezervă în rădăcini, la morcov.

Se revine în detaliu în tabelul 2.13.

Se atrage atenţia că în afara fazelor de consum maxim de apă, specificate mai sus (cu excepţia culturilor la care consumul maxim se extinde pe întreaga perioadă de vegetaţie), în restul timpului, cerinţele culturilor legu-

micole sunt moderate, ceea ce se traduce prin menținerea unor umidități în sol la nivelul valorii: CO + 40...50% IUA.

Pentru cultura pomilor, fazele critice se prezintă în felul următor (Grumeza și colab., 1979):

- la speciile sâmburoase: cu 3-6 zile înainte de înflorit, în perioada lemnificării sâmburilor, după strângerea recoltei;
- la speciile semințoase: până la înflorit (în martie-aprilie) după legare, în timpul formării fructelor, în perioada creșterii intense a fructelor.

La vița-de-vie cerințele cele mai mari față de apă sunt: la intrarea în vegetație, la înflorit și în faza de creștere intensă a boabelor (Grumeza și colab., 1979). În general, în condițiile țării noastre, luna iulie, este considerată ca luna cu consum maxim.

Așa cum s-a mai amintit, evidențierea perioadelor critice specifice fiecărei culturi nu se traduce prin aplicarea udărilor numai în aceste intervale de timp, menținerea unui regim de umiditate în sol (și implicit și de aer) în limite optime, fiind obligatorie pe tot parcursul perioadei de vegetație pentru obținerea unei eficiențe maxime a apei de irigație. Perioadele critice menționate vin să sublinieze necesitatea acordării unei atenții maxime pentru aprovizionarea corespunzătoare cu apă a culturilor în aceste faze, întrucât oscilațiile mari ale conținutului de apă din sol și, în special, scăderea lui – chiar în afara perioadelor critice – poate conduce la consecințe negative ce nu se pot ulterior remedia.

În vederea sporirii eficienței apei de irigație și – simultan – de optimizare a consumului de apă, în literatura de specialitate din țara noastră și din străinătate sunt semnalate diverse preocupări în această direcție. Astfel, Botzan (1972) tratează optimizarea consumului de apă al culturilor irigate prin prisma raportului dintre consumul apei și venitul net adus de unitatea de produs, pe baza corelațiilor dintre producție și consumul total al apei din sol. În Dobrogea, fie prin micșorarea normelor de udare, fie prin majorarea duratei dintre udări, se produc scăderi de producție la porumb boabe de 13-20 % (Merculiev și colab., 1980). Într-o zonă mai umedă, la Suceava, prin diminuarea consumului de apă la porumb cu 30 % începând cu faza de 8 frunze și cu 24 % la sfecla de zahăr de la începutul îngroșării rădăcinilor (plafonul de umiditate scăzând la ambele culturii de la 75 % IUA la 30 % IUA), producțiile au scăzut cu 47 % la porumb și cu 36 % la sfecla de zahăr (Saicu, 1986). Din cercetările privind valorificarea umidității solului coborând mai în profunzime, se conchide că la cultura porumbului ultima udare din luna august poate fi aplicată cu normă redusă (Răsuceanu, 1984). Perioadele de secetă de trei săptămâni între înspicat și formarea

bobului la porumb au determinat scăderi de producţie de 25-65 % (Săndoiu, citat de Pleşa şi Florescu, 1968).

În alte condiţii, în Canada experimentându-se efectul secetei provocate în 4 faze la 3 soiuri de orz (înfrăţit, intrarea în burduf, coacerea în ceară, maturitate), s-a constatat că cea mai scăzută producţie s-a obţinut când seceta din sol a survenit în faza de îmburdufare (Wells şi Dubetz, 1966). Urmărindu-se dacă producţia de porumb scade în cazul reducerii umidităţii solului în primele 6 săptămâni după semănat, în condiţiile din Zimbabwe, s-a constatat că atunci când plantele au fost lăsate să se ofilească un timp oarecare, producţia de porumb nu a avut de suferit, trăgându-se concluzia că este necesară aplicarea unei udări la semănat pentru umectarea solului pe adâncimea de 0,75 m, înlăturându-se astfel necesitatea aplicării unor udări ulterioare (Mitlerkamp, 1966). O cale de reducere a consumului de apă o reprezintă combinarea metodei de udare pe brazde cu aspersiunea la cultura sfeclei de zahăr, în Kazahstanul de Sud, prin care consumul pe unitatea de produs s-a redus până la 30%, iar producţia a sporit cu 10-15 % (Balaiev, 1987). Manifestarea secetei în diferite faze de vegetaţie a porumbului a condus la scăderi diferenţiate de producţie, în funcţie de faza în care s-a manifestat lipsa de apă, astfel: cu 25% în perioada de creştere vegetativă, cu 50% în timpul înspicatului şi cu 21 % în perioada mătăsitului (Sluhai, 1974). Întârzierea cu 10 zile a aplicării udărilor din timpul perioadei critice poate conduce la scăderi de producţie de 20-25 % la porumbul cultivat în zona secetoasă de stepă a Rusiei, iar când întârzierea este de 20-25 zile, producţia se reduce cu 70-80 % (Sobko, 1986). În vederea economisirii apei de irigaţie, recomandările pentru irigarea porumbului în zona de stepă din Ucraina menţionează posibilitatea încetării udărilor în faza de formare a boabelor în cazurile când precipitaţiile din a doua jumătate a verii însumează 45-50mm, iar atunci când sunt sub această valoare – în faza de coacere în lapte (Lamari şi colab., 1983).

Cerinţele culturilor legumicole faţă de apă, în aceleaşi condiţii climatice, depind, mai ales, de faza de vegetaţie, dezvoltarea sistemului radicular, a suprafeţei foliare etc., aşa cum rezultă din datele prezentate în tabelul 2.13.

Ţinând seama de consumul de apă şi capacitatea de absorbţie a apei de către sistemul radicular, principalele plante legumicole se pot încadra în următoarele patru grupe:

- grupa I: tomate, morcov, pătrunjel, pepeni;
- grupa a II-a: varză, conopidă, castraveţi, salată, spanac, ardei, fasole de grădină;

- grupa a III-a: sfeclă, cartof timpuriu;
- grupa a IV-a: ceapă, usturoi.

Grupa I cuprinde plante cu un consum redus de apă şi cu un sistem radicular bine dezvoltat, atât în profunzime, cât şi în lateral.

Grupa a II-a cuprinde plante caracterizate printr-o capacitate redusă de absorbţie a apei datorită sistemului radicular slab dezvoltat. Din această grupă, varza de toamnă are un consum de apă foarte mare datorită suprafeţei foliare puternic dezvoltate, precum şi a perioadei de vegetaţie care se desfăşoară în cele mai călduroase luni ale verii. Ardeiul are, de asemenea, particularităţi mai deosebite, întrucât rădăcina principală pătrunde doar până la 30 – 60 cm, iar ramificaţiile laterale explorează solul pe o raza mică, de 15 – 25 cm; în aceste condiţii, consumul de apă creşte pe măsură ce planta îşi dezvoltă sistemul foliar.

Grupa a III-a cuprinde plante cu o capacitate mare de absorbţie şi un consum de apă ridicat.

Grupa a IV-a se caracterizează prin plante cu consum mic de apă datorită suprafeţei reduse a aparatului foliar şi printr-o capacitate redusă de absorbţie a apei.

Tabelul 2.13

Cerinţele faţă de umiditatea din sol ale plantelor legumicole în diferite faze din perioada de vegetaţie

Cultura	Faza de vegetaţie	Cerinţa faţă de apa din sol
1	2	3
Morcovul rădăcini	De la semănat până la răsărit.	Mare
	De la răsărit până la începutul îngroşării rădăcinilor.	Moderată
	În timpul acumulării substanţelor de rezervă în rădăcini.	Mare
	După îngroşarea rădăcinilor până la recoltare.	Moderată
Morcovul pentru seminţe (anul II)	De la plantare până la începutul creşterii tulpinilor florifere.	Moderată
	În timpul dezvoltării tulpinilor florifere până în timpul înfloririi.	Mare
	În timpul înfloririi.	Mare
	În timpul coacerii seminţelor	Redusă
Pătrunjelul de rădăcină	În timpul răsăritului.	Mare
	De la răsărit până la recoltare.	Moderată
Pătrunjelul pentru seminţe (anul II)	În timpul dezvoltării tulpinilor florifere.	Moderată
	În timpul înfloritului şi formării seminţelor.	Mare
	În timpul coacerii seminţelor până la recoltare.	Redusă
Păstârnacul de rădăcină	De la semănat până la formarea rădăcinilor.	Mare
	După formarea rădăcinilor până la recoltare.	Moderată

Tabelul 2.13 (continuare)

1	2	3
Păstârnacul pentru seminţe (anul II)	De la plantare până la înflorire. În perioada înfloririi şi formării seminţelor. În timpul coacerii seminţelor.	Moderată Mare Redusă
Ţelina de rădăcini	De la plantare până la formarea rădăcinilor. În faza de formare a rădăcinilor	Moderată Mare
Ţelina pentru seminţe (anul II)	De la plantare până la înflorit. De la înflorit până la începutul coacerii seminţelor. În timpul maturităţii seminţelor.	Moderată Mare Redusă
Ridichea de lună pentru consum	De la plantare la recoltare	Mare
Ridichea de lună pentru seminţe	De la înflorit până după formarea păstăilor. După formarea boabelor la păstăi.	Mare La început moderată apoi redusă
Sfecla roşie pentru rădăcină (semănat direct în câmp)	De la semănat până la răsărit. De la răsărit până la recoltare.	Mare Moderată
Sfecla roşie pentru seminţe (anul II)	După plantare şi în timpul creşterii tulpinilor. În timpul înfloririi şi formării seminţelor. În timpul coacerii seminţelor.	Moderată Mare Redusă
Ceapa de arpagic pentru bulbi (anul II)	În timpul creşterii şi formării bulbilor. După formarea bulbilor şi până la recoltare.	Mare, apoi moderată Redusă
Ceapa de arpagic pentru seminţe (anul III)	De la plantare până la formarea seminţelor. În timpul coacerii seminţelor.	Moderată Redusă
Ceapa ceaclama pentru bulbi (anul I)	De la plantare până la răsărit. În timpul creşterii şi formării bulbilor. După formarea bulbilor.	Mare Mare, apoi moderată Redusă
Ceapa ceaclama pentru seminţe (anul II)	De la plantare până la formarea seminţelor. În timpul coacerii seminţelor.	Moderată Redusă
Ceapa de apă pentru bulbi (anul I)	În timpul creşterii şi formării bulbilor. După formarea bulbilor până la recoltare.	Mare Moderată şi apoi redusă
Ceapa de apa pentru seminţe (anul II)	În timpul creşterii, înfloritului şi formării seminţelor. În timpul coacerii seminţelor.	Moderată Redusă
Usturoiul	În timpul creşterii şi formării căpăţânii. După formarea căpăţânii până la recoltare.	Moderată Redusă
Prazul	După plantare, în timpul creşterii şi dezvoltării, până la recoltare.	Mare
Cartoful timpuriu	În timpul creşterii şi dezvoltării tulpinilor. În timpul înfloririi şi dezvoltării tuturor tuberculilor. După formarea tuberculilor.	Mare Mare Moderată, apoi redusă

Tabelul 2.13 (continuare)

1	2	3
Spanacul pentru consum	După semănat în timpul creşterii şi formării rozetei.	Mare, apoi moderată
Spanacul pentru seminţe	De la semănat la răsărire. În timpul creşterii şi dezvoltării tulpinilor florifere. În timpul înfloririi şi formării seminţelor. În timpul coacerii seminţelor.	Mare Moderată Mare Redusă
Salata pentru consum	De la plantare până la formarea căpăţânilor După formarea căpăţânii	Moderată Mare
Salata pentru seminţe	În timpul creşterii şi dezvoltării tulpinilor. În timpul înfloririi şi formării seminţelor. După formarea seminţelor până la coacere.	Mare Mare Moderată, apoi redusă
Varza albă pentru căpăţână	De la plantare până la formarea căpăţânii. În timpul formării căpăţânii.	Moderată Mare
Varza albă pentru seminţe	În timpul creşterii şi dezvoltării tulpinilor. În timpul înfloririi şi formării seminţelor. În timpul coacerii seminţelor.	Moderată Mare Mare, apoi redusă
Conopida pentru consum	În timpul creşterii şi formării inflorescenţei.	Mare
Conopida pentru seminţe	În timpul creşterii tulpinilor florifere, înfloritului şi formării seminţelor. În timpul coacerii seminţelor.	Mare atât în sol cât şi în atmosferă Moderată apoi redusă
Gulia pentru seminţe	În timpul creşterii tulpinilor florifere. În timpul înfloritului. În timpul coacerii seminţelor.	Moderată Mare Moderată apoi redusă
Gulia pentru consum	În timpul perioadei de vegetaţie.	Mare
Tomatele	După plantare până la formarea fructelor. În timpul formării şi creşterii fructelor.	Moderată Mare
Pătlăgele vinete	În tot cursul perioadei de vegetaţie.	Mare
Ardeiul	După udarea de la plantare până la înrădăcinare. În timpul creşterii şi dezvoltării plantelor. În timpul înfloririi şi formării fructelor.	Redusă Moderată Mare
Castravetele	În tot cursul perioadei de vegetaţie.	Mare
Dovlecelul	În tot cursul perioadei de vegetaţie.	Moderată
Pepenele galben	De la semănat până la înflorire. În timpul coaceri fructelor.	Mare Moderată
Pepenele verde	De la semănat la răsărire. În timpul creşterii vrejilor. În timpul înfloririi şi formării fructelor. În timpul coacerii fructelor.	Moderată Redusă Moderată Redusă

Tabelul 2.13 (continuare)

1	2	3
Fasolea de grădină	De la semănat la răsărire.	Mare apoi moderată
	În timpul creşterii şi dezvoltării tulpinilor.	Moderată
	În timpul înfloririi şi formării păstăilor.	Mare
	În timpul coacerii păstăilor.	Redusă
Mazărea de grădină	De la semănat până la formarea păstăilor.	Redusă
	Înainte de înflorire şi în timpul formării păstăilor.	Moderată apoi mare
	În timpul maturizării şi coacerii păstăilor.	Redusă
Bamele	De la semănat până la răsărire.	Moderată
	De la răsărire până la formarea a 3–4 frunze.	Redusă
	În timpul creşterii, înfloririi şi formării păstăilor.	Moderată
	În timpul coacerii păstăilor.	Redusă

Când se înregistrează lungi perioade de secetă, pentru a asigura umiditatea necesară dezvoltării normale a plantelor şi unei bune fructificări, intervalul dintre udări nu va depăşi 8 – 10 zile. Creşterea bruscă a umidităţii din sol după o perioadă de umiditate moderată, dacă are loc în momentul începerii coacerii fructelor, poate determina crăparea acestora.

Întreruperea irigatului în perioada consumului intens de apă determină înrăutăţirea calităţii comerciale a fructelor.

2.5. BILANŢUL APEI ÎN SOL PE TERENURILE IRIGATE

Bilanţul apei pe terenurile irigate reprezintă relaţia dintre cantităţile de apă pătrunse în sol şi cele consumate din sol, exprimând – în fond – regimul hidrologic al solului, definit ca „un ciclu complex" ce cuprinde „pătrunderea apei în sol, distribuţia şi înmagazinarea, precum şi consumul productiv şi neproductiv al apei din sol" (Botzan, 1966). Acesta mai poartă denumirea de „regim pedohidrologic", respectiv un „regim de aprovizionare cu apă din diferite surse şi de circulaţie a apei în profilul solului (Chiriţă şi colab., 1964). Pătrunderea şi consumarea apei din sol sunt determinate sau condiţionate, pe de o parte, de factorii interni, proprii însuşirilor solului, iar, pe de altă parte, de factorii externi: clima, relieful, roca, vegetaţia, factorii antropici şi alţii. Dintre aceştia, clima are ponderea cea mai mare, ea contribuind la capitolul „intrări" prin precipitaţii şi la „ieşiri" prin procesul de evapotranspiraţie (cuprinzând apa evaporată de la suprafaţa solului şi apa consumată de plante prin transpiraţie), determinată

de regimul termic, umiditatea aerului şi regimul eolian. În ceea ce priveşte precipitaţiile, există opinii după care eficienţa acestora este de 100 % atunci când terenul este bine acoperit de plante, în timp ce pe teren neacoperit de culturi şi uscat, o ploaie de 6-8 mm se poate evapora într-o singură zi. Ploile relativ mari, de 25-30 mm, au, în general, o eficienţă de 60 %.

În India se apreciază că numai 70% din precipitaţiile medii sezonale se pot considera efective. În alte ţări, ca precipitaţii efective sunt considerate cele caracterizate prin valoarea lor medie, excluzându-se cele sub 5 mm/zi, cele ce depăşesc 75 mm/ zi şi cele însumând 125 mm în decurs de 10 zile. De asemenea, se iau în considerare numai precipitaţiile căzute la 5 zile după aplicarea udării (Doorenbos şi Pruit, 1975). Pornind de la condiţiile specifice teritoriilor irigate, Perehrest (1962) propune adoptarea următorilor coeficienţi de înmagazinare a precipitaţiilor:

- 0,85 pentru precipitaţiile căzute în perioada de vegetaţie;
- 0,75 pentru precipitaţiile căzute în perioada rece (toamnă-iarnă), pe terenuri care nu au primit udări de aprovizionare.

Pentru condiţiile ţării noastre, în calcularea bilanţului apei din sol s-a adoptat luarea în considerare a precipitaţiilor de vară egale sau mai mari de 5 mm, care reprezintă între 86 % şi 80% din totalul ploilor căzute, pornind de la zona semiumedă spre zona secetoasă. În privinţa precipitaţiilor din perioada rece (toamnă-iarnă) a anului, valoarea coeficientului de înmagazinare variază, în general, între 0,4 şi 0,7 pentru regimurile secetoase şi între 0,3 şi 0,5 în zonele mai umede, fiind mai mic în ambele zone după culturile care îşi încheie perioada de vegetaţie în toamnă cu o rezervă mai mare de apă în sol (Botzan, 1972).

În literatura de specialitate pedologică (Rode, 1960: Rode şi Smirnov, 1974; Chiriţă şi colab., 1974), se întâlnesc o multitudine de tipuri de regim hidrologic al solurilor, ca de altfel şi în literatura de specialitate din domeniul irigaţiilor (Botzan, 1972; Pleşa şi Florescu, 1974; Kozin, 1977 etc.).

În continuare se face referire la clasificarea făcută de Botzan (1972). Autorul menţionează astfel în primul rând *regimul hidrologic de irigaţie fără aport freatic* (în circuit închis sau nepercolativ după Rode, 1974), caz în care solul este alimentat cu apă exclusiv din precipitaţii şi prin irigaţie, fiind separat de apa freatică printr-un orizont mort, influenţa udărilor aplicate nedepăşind adâncimea de 1,5 m. Ecuaţia bilanţului acestui tip de regim hidrologic, propriu majorităţii situaţiilor întâlnite în sistemele de irigaţii din ţara noastră, are următoarea formă:

$$cPi + Pv + a + \Sigma m - \Sigma(E + T)$$

Aceasta se separă pentru cele două perioade caracteristice anului, după cum urmează:

- pentru perioada rece (1.10-31.03):

$Rf + a + c\,Pi - Ri$

- pentru perioada caldă, de vară (1.04-30.09):

$Ri + Pv + \Sigma m = Rf + \Sigma(E + T)$,

în care: Ri este rezerva inițială a apei din sol, la 1,04;

c – coeficientul de înmagazinare a precipitațiilor de iarnă, calculat din raportul: (Ri–Rf)/Pi, valorile orientative fiind amintite mai înainte;

Pi – suma precipitațiilor de iarnă (1.10-31.03);

Pv – suma precipitațiilor de vară, egale sau mai mari de 5 mm (1.04-30.09);

a – norma udării de aprovizionare;

Σm – suma normelor de udare sau norma de irigație din perioada de vegetație;

Σ(E+T) – consumul total la apei din sol în perioada de vegetație;

Rf – rezerva de apă din sol la finele perioadei de vegetație (1.10).

Urmează *regimul hidrologic de irigație cu aport freatic* în circuit deschis sau percolativ (după Rode, 1974), caz în care solul este alimentat cu apă nu numai din precipitații şi din udări, dar şi din pânza de apă freatică, care prin afluxul său capilar, în cazul unor niveluri ridicate, poate anula necesitatea aplicării udărilor. Situații de alimentare freatică a solului se întâlnesc frecvent la noi în țară în lunca Dunării şi în luncile râurilor interioare.

Suprafețe cu aport freatic se întâlnesc, de asemenea, şi pe alte terenuri în amenajările existente sau în perimetrele ce urmează a se amenaja în perspectivă pentru irigații.

Relația de calcul a bilanțului hidrologic în circuit deschis are forma:

$CC + Pv + Af + \Sigma m = Rf + \Sigma(E + T)$,

în care: CC este capacitatea de câmp pentru apa maximă (sprijinită) a solului;

Af – cuantumul aportului freatic, celelalte simboluri fiind comune cu cele din relațiile prezentate anterior.

Relația de mai sus se referă la perioada de vară, în situația terenurilor cu aport freatic nepunându-se problema aplicării unor udări de aprovizionare în afara perioadei de vegetație, iar ca rezervă inițială, la începutul pe-

rioadei de vegetaţie, se consideră provizia de apă corespunzătoare capacităţii de câmp.

Calculele pentru cele două tipuri de regim hidrologic se efectuează pe adâncimea de 1,5 m pentru solurile profunde, normale. Pentru alte soluri, această valoare se diminuează conform indicaţiilor ICPA şi preluate în cadrul metodologiei de determinare a necesarului de apă de irigaţie al culturilor agricole (I.D. 1.1985). În cadrul acestei metodologii se precizează grosimea maximă a stratului de înmagazinare a apei (H), care pentru solurile grele şi compacte (pentru cernoziomuri argilice, soluri brun-argilice, soluri brun-roşcate, soluri brun-roşcate podzolite – subtipurile vertice) variază între 1,2 şi 1,4 m; pentru solurile brun-podzolite, H = 0,7 – 1,0 m; pentru cele podzolice argilo – iluviale, H = 0,7 – 0,9 m; pentru planosoluri, H = 0,7-0,8 m; pentru vertisoluri, H = 0,9-1,2 m, iar pentru solurile pseudogleice, H = 0,7-0,9 m.

Al treilea tip este *regimul hidrologic de irigaţie combinat cu drenajul (în circuit deschis de spălare),* fiind caracteristic terenurilor sărăturate, caz în care norma de irigaţie depăşeşte capacitatea de înmagazinare a solului pentru apă, în vederea spălării sărurilor în exces din profilul de sol şi a evacuării lor ulterioare printr-o reţea de drenaj sau evacuare. Ca urmare la ieşiri intervine norma de evacuare, iar la intrări norma de spălare, relaţia pentru perioada rece (de iarnă), având forma:

$$Rf + c\,Pi + s = CC + D,$$

în care: s este norma udării de spălare;

D – norma de evacuare, celelalte simboluri fiind comune cu cele din relaţiile anterioare.

Pentru perioada de vară este valabilă relaţia de calcul proprie circuitului deschis, luând în considerare cuantumul aportului freatic influenţat de această dată de reţeaua de drenaj sau de evacuare.

Valorile componentelor din relaţiile de mai sus se exprimă în m^3 /ha sau în mm, cunoscând că 1 mm = 10 m^3 /ha.

Ţinând seama de caracteristicile specifice regimului hidrologic al solului sub influenţa irigaţiei, pentru condiţiile din Rusia, Kozin, 1977, a propus o clasificare cuprinzând trei tipuri: regim de satisfacere completă în tot cursul perioadei de vegetaţie a cerinţelor faţă de apă ale plantelor, regim cu satisfacerea periodică a necesarului de apă şi regim hidrologic specific culturii orezului, cu crearea unui strat de apă la suprafaţa solului. În cazul satisfacerii complete a nevoilor de apă ale plantelor, se obţin cele mai mari recolte, cu condiţia asigurării şi a celorlalţi factori de vegetaţie (can-

titatea şi accesibilitatea substanţelor nutritive, regimul aerului în sol ş.a.). În cazul celei de-a doua categorii de regim hidrologic, cu satisfacerea parţială a cerinţelor faţă de apă, potenţialul de producţie al culturilor agricole este mai redus, rezervele de apă ale solului fiind cantonate, de regulă, în adâncime, utilizarea lor fiind condiţionată de formarea unui sistem radicular profund. La cel de-al treilea tip de regim hidrologic care se formează de obicei în orezării, solul este complet saturat cu apă, plantele dispunând de rezerve de apă practic nelimitate. În acest caz, producţia depinde de modul în care este condus regimul nutritiv şi de aer din sol. Autorul citat deosebeşte mai multe subtipuri în cadrul fiecăreia din cele trei categorii de regim hidrologic, în funcţie de factorii naturali (condiţiile de sol şi hidrogeologice), metodele şi tehnica de udare şi de tehnologia specifică a diferitelor culturi agricole, subîmpărţirea celor trei categorii de regim hidrologic conducând la un număr total de 20 subtipuri de regim hidrologic. Acestea sunt aplicabile în condiţiile din Rusia, unde se întâlneşte o gamă foarte variată de situaţii privind cadrul natural şi tehnica agronomică sau specifică irigaţiei, numai unele dintre acestea găsindu-şi aplicabilitatea în condiţiile ţării noastre.

2.6. REGIMUL DE IRIGAŢIE

Regimul de irigaţie este o noţiune complexă, care include definirea şi a altor noţiuni tehnice, proprii irigaţiei: norma de udare, momentul udării, intervalul dintre udări, norma de irigaţie, precum şi schema udărilor. Acestea se intercondiţionează şi, în final, acţionează asupra bilanţului respectiv conducând la stabilirea regimului de irigaţie al culturilor (Botzan, 1966). Aşa după cum s-a precizat anterior, cantitatea de apă administrată solului prin irigaţie este reprezentată prin: norma de irigaţie din perioada de vegetaţie (care este de fapt suma normelor de udare aplicate în acest interval de timp - Σ m), norma de spălare (s) care este aplicată în vederea eliminării sărurilor în exces din stratul de sol ocupat de masa principală a rădăcinilor, şi norma udării de aprovizionare (a) care se aplică pentru asigurarea unei umidităţii optime necesare răsăririi culturilor. De aici rezultă că elementul de bază în calculul regimului de irigaţie este norma de udare.

Pentru aceste motive, udarea de aprovizionare, în condiţiile ţării noastre, se identifică cu udarea de răsărire care, de regulă, corespunde unor cantităţi de apă de 300 – 400 m^3/ha, aplicate după caz toamna sau primăvara.

După unele opinii, noţiunea de regim de irigaţie ar putea cuprinde şi alte aspecte legate de desimea plantelor, fertilizare etc., în condiţii de irigare. Aşa cum e şi firesc, în viitor se va putea veni cu unele completări cum se întâmplă de altfel şi în alte domenii.

2.6.1. Norma de udare (m)

Reprezintă cantitatea de apă administrată solului la o singură udare şi se exprimă în m^3/ha.

Mărimea normei de udare este condiţionată de: capacitatea de înmagazinare a apei de către sol, grosimea stratului de sol ce urmează a fi umezit şi de conţinutul de apă în momentul aplicării udării (provizia momentană). În calculul normei de udare se urmăreşte stabilirea volumului de apă ce trebuie introdus în sol pe suprafaţa unui hectar pentru ca rezerva de apă să ajungă la nivelul capacităţii de câmp pentru apă a solului, pe o anumită adâncime. Ca urmare a aplicării normei de udare, solul îşi măreşte conţinutul de apă cu diferenţa dintre capacitatea de câmp pentru apă (CC) şi provizia momentană (p).

Pentru calcularea normei de udare, prin transformarea în m^3/ha a diferenţei dintre "CC "şi "p" pe adâncimea de sol considerată, se utilizează relaţia:

$$m = 100 \times H \times DA(CC - p),$$

în care: m este norma de udare, în m^3/ha;

H – grosimea stratului activ de sol (adâncimea de udare), în m;

DA – densitatea aparentă (greutatea volumetrică) a stratului de sol H, în t/m^3;

CC – capacitatea de câmp pentru apă a stratului de sol H, în procente de greutate raportată la solul uscat;

p – provizia momentană (conţinutul de apă în momentul aplicării udării) a stratului de sol H, în procente de greutate faţă de solul uscat.

Întrucât în condiţiile unei exploatări corecte, provizia de apă din sol nu trebuie să scadă sub valoarea plafonului minim (p_{min}), formula de calcul a normei de udare devine:

$$m = 100 \times H \times DA(CC - p_{min})$$

Relaţia de mai sus stabileşte cantitatea netă de apă dată solului ocupat de o anumită cultură (la plantă). La proiectarea şi exploatarea amenajărilor de irigaţie trebuie ţinut seama de pierderile de apă care se produc, pe

de-o parte, în timpul transportului şi distribuţiei apei în sistem, iar pe de altă parte, de cele produse în procesul aplicării udării şi care depind în mare măsură de metoda de udare.

Cu privire la adâncimea de udare "H", aceasta se stabileşte în funcţie de dezvoltarea masei principale a rădăcinilor, precizările corespunzătoare fiind făcute atunci când s-au prezentat cerinţele faţă de apă ale principalelor culturi de câmp şi horti-viticole.

La calcularea normelor de udare trebuie avute în vedere două aspecte principale: la norme de udare supraevaluate se produc pierderi de apă în adâncime, care pot alimenta pânza freatică, determinând ridicarea nivelului acesteia, cu consecinţe negative ce se manifestă asupra solului (înmlăştinare şi/sau sărăturare), pe lângă risipa de apă ce se răsfrânge negativ asupra cheltuielilor de exploatare, inclusiv asupra consumului de energie. La norme de udare subevaluate planta este insuficient alimentată cu apă, cu repercusiuni păgubitoare asupra producţiei.

2.6.2. Norma udării de aprovizionare (a)

Derivă din ecuaţia bilanţului apei în circuit închis pentru perioada rece:

$a = CC - R_f - c \cdot P_i$.

Atunci când capacitatea de înmagazinare a solului ($CC - R_f$) este inferioară volumului precipitaţiilor căzute în sezonul rece (toamnă – iarnă) nu sunt necesare udări de aprovizionare.

În general, udările de aprovizionare sunt definite ca udări aplicate în afara perioadei de vegetaţie, în zone cu precipitaţii reduse în perioada rece a anului, urmărindu-se umectarea solului pe adâncimi relativ mari, până la 2 m, în vederea asigurării unei umidităţi optime, atât culturilor de toamnă (în special cerealelor: grâu, orz), cât şi celor de primăvară, amânându-se astfel aplicarea primelor udări din cursul perioadei de vegetaţie. Pentru condiţiile ţării noastre, cu precipitaţii de toamnă-iarnă în general suficiente pentru o bună aprovizionare a solului în primăvară şi în lunile cu cele mai multe ploi, aplicarea udărilor în afara perioadei de vegetaţie se impune sub forma unor udări pentru asigurarea condiţiilor optime de umiditate pentru primele faze de dezvoltare a plantelor (încolţit, răsărit, înrădăcinare). Numai în cazul unor toamne (pentru culturile de toamnă) sau primăveri secetoase este necesară umectarea unui strat subţire de sol, umectare necesară fie pregătirii patului germinativ (înainte de semănat), fie asigurării

răsăritului. De obicei, la calcularea normei de aprovizionare (de răsărire) aplicate în cazurile menționate mai sus se ia adâncimea H de 0,3-0,4 m (ID.1 –1985, 1986).

2.6.3. Norma udării de spălare

Pentru norma udării de spălare aplicată pentru eliminarea sărurilor în exces din straturile superioare ale solului, pe terenurile prevăzute cu o rețea de drenaj – evacuare a apelor de spălare, este valabilă relația proprie bilanțului în circuit deschis de spălare:

$s = CC - R_f - c \cdot P_i + D,$

în care norma de spălare „s" reprezintă suma dintre norma de aprovizionare (primii trei termeni însumați din partea dreaptă a relației de mai sus) și norma de evacuare D, care de fapt reprezintă surplusul de apă ce trebuie evacuat și îndepărtat după ce a trecut prin sol și a dizolvat sărurile nocive. Acest surplus se calculează pe baza raportului multiplicat cu 100 dintre valorile conductanțelor electrice (exprimate în micromho/cm) ale apei de irigație introduse în sol și a celei evacuate, care reprezintă toleranța maximă admisibilă în soluția de sol, având în general valoarea de 4000 micromho/cm. Astfel dacă apa introdusă are conductanța de 1000 micromho/cm și ținând seama de limita concentrației maxime de 4000 micromho/cm, rația de spălare sau surplusul de apă (RS) va fi de:

$$RS = \frac{1000}{4000} \times 100 = 25\%$$

Deci, norma de aprovizionare calculată va trebui să fie majorată cu 25%, devenind astfel normă de spălare. Ținând seama de această majorare a normelor aplicate în afara perioadei de vegetație și în baza cercetărilor efectuate în cadrul I.C.P.A., se preconizează majorarea normelor de udare din perioada de vegetație aplicată pe terenuri sărăturate. Udările de spălare au caracter ameliorativ și profilactic, în acest din urmă caz, necesitatea aplicării lor urmând să fie stabilită pe baza prognozei evoluției solurilor în teritoriul interesat (Sandu, 1987).

2.6.4. Momentul aplicării udărilor

Acesta este determinat de evoluția umidității solului în cursul perioadei de vegetație, respectiv de cerințele față de apă ale culturilor agricole. În vederea asigurării unui randament cât mai ridicat al apei de irigație nu

trebuie neglijat aspectul coroborării regimului de umiditate a solului cu cel nutritiv şi salin şi cu conţinutul de aer din sol, ceea ce se realizează prin tehnologiile specifice fiecărei culturi în condiţiile de irigaţie. De regulă, momentul (perioada aplicării) udărilor coincide cu momentul în care rezerva de umiditate din sol se apropie sau atinge plafonul minim al umidităţii solului admis pentru situaţiile în cauză. Acest lucru rezultă de fapt şi din relaţia de calcul a normei de udare, la care anterior s-a făcut referire.

2.6.5. Intervalul dintre udări

Intervalul dintre udări sau timpul de revenire este influenţat de ritmul de consumare a apei din sol de către culturile agricole şi de precipitaţiile căzute în cursul perioadei lor de vegetaţie. Aplicarea primei udări – intervalul dintre răsărirea plantelor până la prima udare - este determinată de rezerva disponibilă de apă din sol la începutul perioadei de vegetaţie, de consumul specific culturii respective şi de precipitaţiile căzute în intervalul considerat:

$$T = \frac{R_i - p_{min}}{(e+t) - P},$$

iar intervalul dintre două udări (acesta fiind de fapt timpul de revenire):

$$T = \frac{m}{(e+t) - P}$$

în care:

T este intervalul în zile;

e+t – consumul total zilnic al culturii respective, în m^3/ha/zi, ceilalţi termeni având semnificaţiile din relaţiile prezentate anterior.

2.6.6. Norma de irigaţie

Norma de irigaţie ($\sum m$) reprezintă suma normelor de udare aplicate la o cultură într-un anumit interval de timp (incluzând – după caz – şi udările de aprovizionare şi cele de spălare). Astfel pentru $\sum m$ poate fi considerată întreaga perioadă de vegetaţie, lunară sau în anumite faze de creştere şi dezvoltare a plantelor. Dacă mărimea normei de irigaţie din perioada de vegetaţie specifică fiecărei culturi în funcţie de cerinţele sale de apă şi de lungimea perioadei de vegetaţie este importantă în special pentru calculele de gospodărirea apelor, pentru proiectarea amenajărilor de irigaţie este importantă cunoaşterea volumului de apă care trebuie adus şi pus la dispoziţia plantelor în perioada de consum maxim – în luna de vârf. Acest

indicator stă la baza dimensionării staţiilor de pompare şi a reţelei de transport şi de distribuţie a apei. Norma de irigaţie din luna de vârf, legată şi de timpul de revenire, determină mărimea hidromodulului de dimensionare a amenajărilor de irigaţie.

Calcularea normei de irigaţie are la bază relaţiile specificate la paragraful privind bilanţul apei în sol. Astfel, pentru norma de irigaţie din perioada de vegetaţie în cazul bilanţului în circuit închis, relaţia are formula:

$$\Sigma m = \Sigma(E + T) + Rf - Ri - Pv),$$

pentru că în cazul bilanţului în circuit deschis se foloseşte următoarea formulă:

$$\Sigma m = \Sigma(E + T) + Rf - CC - Pv - Af$$

Capitolul 3

EVAPOTRANSPIRAȚIA CULTURII

În practica irigației, prin evapotranspirație se înțelege suma pierderilor de apă rezultate prin transpirația plantelor, inclusiv a celor rezultate din evaporația apei din sol.

Procesul complex şi de foarte mare importanță ştiințifică şi practică al evapotranspirației a constituit şi constituie încă obiectul unui mare volum de studii şi cercetări.

Evapotranspirația este influențată, în principal, de climă. Un rol important îl joacă, de asemenea planta, conducând la diferențieri, în funcție de particularitățile anatomo-fiziologice ale fiecărei specii. Solul influențează, de asemenea, evapotranspirația în legătură cu apa pe care o conține, provenită din ploi, irigații, din stratul freatic şi din alte surse. Printre alți factori de influență se mai pot număra atacul provocat de diverşi dăunători, agrotehnica aplicată, metoda de udare folosită etc.

Evaporația este un proces prin care apa este transformată în vapori prin absorbția energiei calorice, pe suprafața lipsită de viață. În cazul transpirației, vaporii de apă sunt difuzați în atmosferă prin stomatele frunzelor plantelor.

După Goldberg şi colab. (1976), climatul din vecinătatea plantei este reglat de doi factori: echilibrul energiei şi fenomenul de transfer aerodinamic. Ambele sisteme pot fi subdivizate pentru a include radiațiile solare, precipitațiile, temperatura, insolația, umiditatea aerului, viteza vântului şi stadiul de dezvoltare al plantei. Mare parte din aceşti factori sunt interdependenți, astfel încât este dificil să se stabilească efectul fiecărui factor luat separat. Este posibil să se separe schematic factorii legați de echilibrul de energie care acționează asupra procesului de transpirație, de factorii legați de fenomenele de transfer de energie. Având în vedere că printre factorii climatici care influențează echilibrul de energie (principala sursă de energie provine de la razele solare care ajung la suprafața pământului), este posibil să se reprezinte radiațiile absorbite de suprafața plantei, prin ecuația echilibrului de energie:

$$R_N = R_I (1-y) - R_B$$

în care:

R_N este cantitatea de radiaţii absorbite de suprafaţa plantei;

R_I – radiaţiile de undă scurtă de la soare, atmosferă şi nori;

Y – cuantumul de radiaţii de undă scurtă reflectate de suprafaţa plantei;

R_B – radiaţiile de undă lungă (căldura) reflectate de suprafaţa plantei.

Dacă temperatura plantei este superioară celei a aerului, planta va pierde căldura în aer. Pe de altă parte, o plantă rece va absorbi căldura din aer. Cunoscându-se faptul că transpiraţia este un proces controlat biologic se consideră că acesta este influenţat şi de factori care influenţează plantele, cum ar fi, spre exemplu, temperatura, umiditatea relativă, lungimea zilei etc. După legea lui Van`t Hoff Arrhenium (citat de Goldberg şi colab., 1976) rezultă că într-un mediu înconjurător cu o temperatură optimă specifică, ritmul procesului biologic se dublează la o creştere a temperaturii cu 10^0C. Efectul temperaturii este totuşi minor, fiind dificil de separat de cel al echilibrului energiei, de asemenea, şi umiditatea relativă este influenţată de echilibrul general de energie din jurul plantei. Goldberg (1979) arată în continuare că mecanismul fizic nu este singurul factor care guvernează transferul de vapori de apă din sol şi din apă în atmosferă. La reglarea transpiraţiei mai contribuie şi mecanismul biologic. Astfel, ritmul de transpiraţie depinde de stadiul de dezvoltare a plantei, de cantitatea de frunze şi de natura suprafeţei frunzei. Cantitatea de radiaţii absorbită de suprafaţa plantei poate fi descrisă printr-o ecuaţie care caracterizează echilibrul de energie al plantei. R_N (aşa cum a fost definit anterior) este prezent în ecuaţia următoare:

$$R_N = E + K + S + G,$$

în care:

E este energia exploatată de căldura latentă de evaporare (sunt necesari 2261 J, pentru a transforma 1 cm^3 de apă în vapori);

S – căldura schimbată între plantă şi sol prin conductivitate;

K – schimburile de căldură de la suprafaţa plantei în atmosfera înconjurătoare prin convecţie;

G – energia utilizată pentru fotosinteză şi înmagazinată ca substanţă uscată.

Termenii E şi G pot fi consideraţi ca variabile dependente de o anumită cultură. Spre exemplu, eficienţa fotosintetică a arborilor cu frunziş permanent este mai mică decât cea a arborilor cu frunze căzătoare, energia fiind astfel eliberată pentru alte procese. Energia utilizată pentru evaporarea apei din sol nu este disponibilă pentru alte procese. Picăturile de ploaie

rămase pe frunze absorb energia, diminuându-se astfel ritmul transpiraţiei. Capacitatea suprafeţei frunzei de a absorbi energia razelor solare este determinată într-o oarecare măsură de unghiul frunzei în raport cu razele solare. Astfel, în cazul în care razele soarelui ating frunza perpendicular se realizează o absorbţie maximă. Absorbţia minimă se realizează atunci când razele soarelui sunt paralele cu suprafaţa frunzei. Între aceste două situaţii extreme sunt şi situaţii intermediare. Variaţia condiţiilor externe provoacă fluctuaţii, cum ar fi modificările diurne de transpiraţie stomatică prin intermediul mecanismelor de reglare internă. Autorul mai sus citat, atrage atenţia în ceea ce priveşte influenţa metodelor de udare asupra procesului de evapotranspiraţie, precizând că în cazul udării prin scurgere la suprafaţă, ca şi în al celei prin aspersiune, o mare cantitate de apă se pierde prin evaporaţie înainte de a ajunge în sol, în zona rădăcinilor principale. Când se utilizează însă metoda de irigare prin picurare, cu aplicarea udărilor la intervale scurte, zilnic spre exemplu, tensiunea apei este menţinută la un nivel scăzut (30-50 cbr), ceea ce reprezintă un conţinut în apă al solului aproximativ la nivelul capacităţii de câmp, se creează condiţiile cele mai favorabile de umiditate pentru plante, care nu pot fi realizate practic prin celelalte metode de udare. În asemenea condiţii se poate vorbi de transpiraţia potenţială sau de evapotranspiraţia potenţială. Evident această situaţie nu este permanentă, însă se întâlneşte totuşi în anumite perioade. Ca urmare, sistemul plantă-sol nu va limita livrarea de umiditate în atmosferă.

După Berbecel şi colab. (1970), intensitatea pierderilor de apă prin transpiraţie, de la suprafaţa frunzei şi de la sol, este determinată în mare măsură de gradientul de presiune al vaporilor, adică de diferenţa dintre presiunea vaporilor de la suprafaţa frunzei sau a solului şi cea din atmosferă. Gradientul de presiune al vaporilor este determinat de o serie de factori din aer şi sol. Cei din aer sunt: energia radiantă (bilanţul între radiaţia solară globală, radiaţia atmosferei şi cea a pământului), temperatura aerului ca o consecinţă a acestui bilanţ, deficitul de saturaţie (e w e) şi mişcarea aerului pe verticală şi pe orizontală.

Energia radiantă reprezintă energia necesară pentru evaporarea apei din frunze şi din sol. Puterea de evaporare a atmosferei este în funcţie de fracţiunea disponibilă din energia totală intrată în acţiune în cursul schimbului termoradioactiv global.

În decursul a 24 ore, sau într-o perioadă mai lungă, expresia acestui bilanţ se poate prezenta astfel:

$$R_g(1\text{-}a) + R_a + LC - LE + R_t \pm Q,$$

în care:

R_g este radiația globală de undă scurtă;

R_a – radiația atmosferei;

R_t – radiația de suprafață: sol, plante;

a – albedoul de suprafață;

C – căldură de condensare;

E – evapotranspirația;

Q – energia advectivă:

I – căldura latentă de evaporare.

În cazul în care R_g reprezintă radiația netă rezultată dintr-un bilanț radioactiv momentan, atunci:

$R_g = L(E - C) + C.$

Termenul L (E-C) exprimă bilanțul parțial de energie utilizat în schimbul de apă dintre sol, plante şi atmosferă. În această situație, R_g corespunde cantității de apă evaporabilă la un moment dat, reprezentând o expresie a energiei potențiale instantanee.

Factorul termic are o dublă acțiune asupra evapotranspirației. Astfel, pe de-o parte, temperatura intensifică direct transformarea apei în vapori, iar pe de alta, măreşte capacitatea aerului de a menține vapori de apă în stare de saturație. Se apreciază că la fiecare creştere a temperaturii aerului cu 10^0C, capacitatea acestuia de a menține vapori de apă în stare de saturație se dublează. Concret, se dublează însăşi puterea evaporizantă a atmosferei, cu efecte asupra ritmului biologic, aşa cum s-a arătat anterior.

3.1. DEFINIȚII ŞI TERMINOLOGII PRIVIND DIFERITELE FORME ALE EVAPOTRANSPIRAȚIEI

Evapotranspirația ca şi evaporația, îmbracă diferite forme, în cea mai mare măsură în funcție de modul cum acționează diferiți factori de influență. Ca urmare, s-au propus numeroase clasificări şi definiții. Se prezintă propunerile de definiții privind evapotranspirația elaborate de delegația franceză la masa rotundă care a avut loc la Budapesta, în anul 1977 (Perrier, 1977).

Autorul mai sus citat susține că evaporația potențială teoretică (Epx) este considerată potențială, pentru că aceasta presupune saturația, în care nu se ia în considerație reglarea stomatică. Pe de altă parte, este pur teoretică deoarece aceasta nu este realizabilă în practică, presupunând un caz limită, unde covorul vegetal se apropie de suprafața ideală (cazul unui covor neted cosit şi uniform, a unui sol tasat sau a unei suprafețe de apă etc.).

Acelaşi autor consideră că evaporaţia potenţială (EP) este atunci când saturaţia se produce la toate suprafeţele (frunze, tulpini, sol etc.) în condiţii normale. Aceasta este măsurabilă după o ploaie sau o irigare prin aspersiune. Când nu există o saturaţie la nivelul suprafeţei, se obţine *evapotranspiraţia reală* (ETR). Noţiunea de ETR_M, respectiv *evapotranspiraţia reală maximă,* defineşte valoarea reală maximă a consumului de apă a unei culturi date, plasate în condiţii bune de umiditate (sol menţinut prin irigaţie aproape de capacitatea de câmp pentru apă). Aceasta depinde de acoperirea solului (indicele foliar), de umiditatea suprafeţei solului etc. Perrier (1977) arată totodată că trebuie să se precizeze pentru fiecare caz gradul de acoperire şi stadiul fenologic la care se aplică, excluzându-se umidităţile foarte scăzute, spre exemplu: valorile mai mici de 0,7 sau 0,8 din capacitatea de câmp. În continuare, *evapotranspiraţia optimă* ($ETR_{opt.}$) este considerată aceea care conduce la cea mai bună folosire a apei sub raportul eficienţei, înţelegându-se prin aceasta obţinerea unei producţii maxime, cu un consum minim de apă. Prin evapotranspiraţia potenţială a ierbii (ETP) trebuie înţeles evapotranspiraţia unui covor de iarbă bine alimentat, respectiv condiţiile de umiditate nelimitate la nivelul rădăcinilor, într-o fază de plină creştere, dintr-o parcelă de câmp. Aceasta ar mai putea fi definită „cererea climatică".

Evapotranspiraţia potenţială climatică (ETP_c) se calculează cu ajutorul unor formule având la bază elemente climatice, sub a căror influenţă se află procesul de evapotranspiraţie. Asupra acestor formule se va reveni în continuare, în mod detaliat. Prin aceasta se obţine o evaluare generală, exprimând aproximativ o evapotranspiraţie potenţială medie, iar câteodată evapotranspiraţia reală medie.

În legătură cu utilizarea în practică a irigaţiei a definiţiilor prezentate anterior considerăm că s-ar putea folosi noţiunea de ETR, pentru evapotranspiraţia care se produce în condiţii naturale, fără utilizarea deci a irigaţiei. ETR_M ar corespunde cu evapotranspiraţia în condiţii de irigaţie, în general. Noţiunii de ETRopt., faţă de rezultatele cercetărilor de la noi din ţară, i s-ar putea atribui sensul de consum de apă al culturilor irigate obţinut prin menţinerea rezervei de apă din sol între capacitatea de câmp pentru apă şi plafonul minim al umidităţii solului. Se face precizarea că acest plafon a fost stabilit pentru diferite zone pedoclimatice, prin cercetări anterioare staţionare şi de durată, în care s-a urmărit stabilirea nivelului minim până la care se admite scăderea umidităţii din sol, înainte de aplicarea udării, astfel încât să se obţină recolte mari în condiţiile unei folosiri economicoase

a apei de irigat, ţinându-se seama de toate implicaţiile legate de dimensionarea amenajărilor în proiectare, cât şi de cele privind conducerea regimului de irigaţie în exploatare. Trebuie făcută menţiunea că, adaptată la condiţiile ţării noastre, noţiunea de $ETR_{opt.}$ se referă la obţinerea unor producţii economice, dar nu maxime şi nu întotdeauna cu consumul cel mai mic de apă. Problema trebuie privită nuanţat şi oricum lăsând calea deschisă unor cercetări care să vină cu noi elemente, respectiv noi precizări în relaţia apă-recoltă. ETRopt. ar reprezenta deci o variantă a ETR_M, noţiunea din urmă având o sferă mai largă. În ceea ce priveşte ETP_c, respectiv evapotranspiraţia calculată cu ajutorul formulelor, care au la bază diferite elemente climatice, se foloseşte în mod curent pentru extrapolarea pe şiruri mari de ani a consumului de apă al culturilor stabilit direct în câmp, în metodologia de dimensionare a sistemelor de irigaţie. Astfel utilizată, aceasta se defineşte prin ET_o (evapotranspiraţia de referinţă). Pentru convertirea în consum de apă al culturilor pe şiruri mari de ani, se utilizează aşa-zişii coeficienţi de corecţie (Kc), despre care se va vorbi într-un capitol care urmează.

Evapotranspiraţia punctuală (E_p) se foloseşte în mod curent în prognoza şi avertizarea udărilor, dar şi în proiectarea amenajărilor de irigaţii. Şi într-un caz şi în altul, datele obţinute ca valori de referinţă, trebuie corectate cu coeficienţii caracteristici culturilor.

3.2. METODE PENTRU STABILIREA EVAPOTRANSPIRAŢIEI

Pentru evaluarea evapotranspiraţiei, pe plan mondial, au fost elaborate numeroase metode şi diferite moduri de grupare a acestora. În prezenta lucrare vom utiliza următoarea grupare: metode bazate pe elementele climatice, metode utilizând evaporimetrele, metoda lizimetrelor şi metoda sprijinită pe controlul umidităţii din sol.

3.2.1. Metode utilizând elementele climatice

Ţinând seama de terminologia elaborată de Perrier (1977), evapotranspiraţia rezultată utilizând metodologia bazată pe elementele climatice s-ar defini prin evapotranspiraţie climatică (ETP_c).

În funcţie de elementele climatice care intervin în clasificarea metodelor din această categorie s-au elaborat numeroase clasificări. Menţionăm pe cea recomandată de Goldberg şi colab. (1976), care propun împărţirea me-

todelor în cauză, după cum urmează: metode teoretice bazate pe legile fizicii de deplasare a vaporilor, metode teoretice bazate pe echilibrul de energie şi metode empirice bazate pe radiaţie, temperatură, umiditate relativă şi alţi parametri meteorologici.

Metode bazate pe legile fizicii de deplasare a vaporilor

În legătura cu aceste metode, autorii mai sus citaţi arată că evapotranspiraţia estimată astfel ţine seama de procesul prin care vaporii de apă reprezintă o funcţie a curbei de presiune a vaporilor. Astfel, atâta timp cât presiunea vaporilor aerului este mai mică decât cea a complexului sol umed-plantă, va exista o mişcare de vapori de la complexul sol-plantă spre aer. În cazul în care nu există nici un factor care să provoace declanşarea acestei mişcări de la suprafaţa de evaporare, aerul, în contact cu această suprafaţă, va avea o presiune a vaporilor adusă la saturaţie şi va fi în echilibru cu suprafaţa de evaporaţie.

Astfel, evaluarea evapotranspiraţiei implică cunoaşterea în detaliu a elementelor de microclimatologie, necesitând cunoaşterea aprofundată a proceselor hidrodinamice şi aerodinamice. De aceea, poziţia locului în care se fac observaţii şi măsurători are mare importanţă, având în vedere că deplasarea vaporilor se face atât vertical cât şi orizontal, în funcţie de modul cum acţionează vântul. Ca urmare, fenomenul este influenţat de configuraţia terenului, de eventuale obstacole naturale sau artificiale etc.

Unele influenţe asupra circulaţiei aerului au legătură şi cu felul culturii (talia, desimea etc.). În stratul de aer aspirat de plantă se pot identifica două straturi care influenţează deplasarea vaporilor: stratul de suprafaţă şi stratul laminar. Stratul laminar are o grosime foarte mică, vaporii de apă deplasându-se prin acesta prin difuziune moleculară. Deplasarea este întotdeauna laminară şi orizontală. În cadrul stratului de suprafaţă, situat deasupra stratului laminar, curgerea vaporilor este turbulentă, fiind influenţată de asperităţile suprafeţei şi de temperatură. Eficienţa transferului de vapori este mai mare în cazul deplasării de suprafaţă (turbulenţa). La baza celor mai multe metode care au în vedere deplasarea vaporilor, stă ecuaţia lui Dalton.

Metode bazate pe echilibrul de energie

În cadrul acestor metode, evaporaţia se obţine din evaluarea cantităţii de energie disponibilă pentru evaporaţie la suprafaţa solului. Cea mai mare parte din energia livrată plantelor este sub formă de radiaţii.

De aceea se ia în consideraţie, în primul rând, echilibrul diferitelor curgeri de radiaţii între soare, cer şi pământ. Astfel, pentru calculul echilibrului de

energie trebuie să existe date privind curgerea lentă de radiații (Q) în domeniul lungimii de undă, important pentru creşterea plantelor, în plan optic, paralel cu suprafața plantei:

$$Q = T - R + A - E$$

în care:

T este radiația totală de undă scurtă de la soare şi cer;

R – radiația de undă scurtă reflectată de sol şi plantă;

A – radiația de undă lungă de la cer şi nori;

E – radiația de undă lungă de la sol şi plantă.

Echilibrul de energie la suprafața plantei calculat la unitatea de suprafață a solului se poate scrie astfel:

$$Q = LE + K + S + G$$

în care:

LE este energia utilizată ca sursă termică latentă de evaporare, exprimată ca greutate a apei evaporate pe unitatea de suprafață, înmulțită cu căldura latentă de evaporare;

S – schimbul de energie rezultată prin condensare, între suprafață şi sol;

K – schimbul de energie prin convecție între suprafață şi aer;

G – energia echivalentă pentru producerea de materii uscate acumulate şi anume pentru fotosinteza netă, înmulțită cu căldura necesară pentru a produce materiile uscate.

Tot după Goldberg şi colab. (1976), rezultă că ecuația poate fi simplificată, ținând seama că în perioadele lungi importanţa lui S şi G se reduce, aceste două valori devenind nesemnificative în comparație cu celelalte două. Cantitatea de energie provenită de la soare, nori şi cer către plante poate fi măsurată. Modul de diferențiere a acestei energii se poate, de asemenea, măsura. Singurele necunoscute rămân cantitatea de energie folosită ca sursa termică latentă de evaporare, precum şi cantitatea de energie folosită la schimbul termic cu aer. Raportul dintre aceste necunoscute este cunoscut sub numele de raportul lui Bowen şi poate fi calculat prin raportul dintre temperatură şi umiditate între plantă şi aer.

$$\beta = \frac{K}{LE}$$

De aceea, energia necesară procesului de evaporare se poate exprima astfel:

$$LE = Q - \frac{S}{1} + \beta$$

Bowen, citat de Goldberg şi colab.(1976), a stabilit că raportul nu este constant, variind în funcţie de viteza vântului, de înălţimea de măsurare şi de asperitatea suprafeţei măsurate.

Metode bazate pe radiaţie

Prin energie radiantă se înţelege energia provenită de la soare, care de fapt reprezintă sursa energetică care stă la baza proceselor biofizice şi biologice în natură. Din cantitatea totală de energie emisă de soare, la pământ ajunge aproximativ jumătate din cea existentă la limita superioară a atmosferei. Energia pierdută de 1 cal./cm^2/min. se datorează parţial reflexiei care are loc la contactul cu atmosfera, diferenţa pierzându-se în atmosferă datorită procesului de adsorbţie şi difuzare de către particulele fine de gaze, de ceaţă şi nori, de pulberile şi microorganismele prezente în aer ca aerosoli. Cuantumul radiaţiilor directe ajunse la sol este în funcţie de transparenţa atmosferei şi de lungimea parcursului fasciculului luminos în atmosferă.

Radiaţia solară directă la sol, cunoscută şi sub denumirea de insolaţie, este proporţională cu sinusul unghiului de cădere η al razei solare pe o suprafaţă oarecare, sau cu cosinusul unghiului de incidenţă δ al aceleiaşi raze cu normala locului. Pornind de la aceste considerente şi notând cu I intensitatea energiei radiante care revine unei suprafeţe perpendiculare pe fascicolul de lumină şi cu I' intensitatea aceleiaşi cantităţi de energie căzută pe o suprafaţă cu înclinare η, rezultă:

$$I' = I \sin \eta \text{ sau } I' = I \cos \delta$$

Aceste formule s-au stabilit în baza legii lui Lambert (Stanciu, 1973).

Suprafaţa pământului mai recepţionează, în afară de radiaţiile provenind direct de la soare, o anumită cantitate de raze difuze i. Mărimea acestor radiaţii este de cca 0,1-0,2 cal./cm^2/min. în zilele senine şi poate atinge până la 0,6 cal./cm^2/min., depăşind uneori această valoare în cazul zilelor cu un strat subţire de nori. Aceste două categorii de radiaţii însumate (I+i) constituie insolaţia totală sau globală. O parte din cantitatea totală de radiaţii solare directe sau difuze care ajung la suprafaţa terestră este reflectată, în timp ce altă parte este absorbită. Acestea sunt convertite în energie calorică ce se difuzează în mediul ambiant. Capacitatea de reflexie a diferitelor suprafeţe terestre (apă, vegetaţie, diferite soluri, zăpadă etc.) constituie albedoul suprafeţei terestre, respectiv albedoul pământului. Albedoul (A) se defineşte prin raportul în procente dintre intensitatea radiaţiei reflectate de unitatea de suprafaţă (R) şi intensitatea radiaţiei incidente (I), absorbite de aceeaşi suprafaţă, în baza relaţiei:

$$A = \frac{R}{I} \times 100$$

Albedoul depinde de natura corpului reflectant, de proprietăţile fizice ale acestuia, de modul cum se prezintă suprafaţă acestuia (netedă, lucioasă, cu asperităţi etc.), de culoare sau umiditate etc. Se exprimă în % din insolaţia globală şi variază în funcţie de poziţia locului, de anotimp şi de umiditatea atmosferică.

O contribuţie importantă la stabilirea amplitudinii gradului de insolaţie în ţara noastră, atât pe terenurile orizontale, cât şi pe cele în pantă, a adus N. Stanciu (1973), care, pe baza unui studiu aprofundat, merge cu analiza până la modul de orientare a versanţilor, gradul de adăpostire şi panta acestora etc.

Ca o consecinţă a absorbţiei radiaţiei solare directe şi difuze, suprafaţa pământului se încălzeşte. Având o temperatură superioară lui zero absolut, suprafaţa terestră radiază energie conform legii generale a radiaţiei emisă de Boltzman, citat de Berbecel şi colab.(1976):

$$R_T - \delta T^4 (cal. \cdot cm^2/min.)$$

în care:

δ este constanta lui Boltzman egală cu $0{,}826 \cdot 10^{-10}$;

T – temperatura absolută a suprafeţei terestre;

R_T – radiaţia suprafeţei terestre (radiaţia terestră).

Radiaţia terestră are o valoare mai redusă a intensităţii sale decât radiaţia solară directă ajunsă la sol (R_S). Aceasta este constituită numai din radiaţii invizibile, cu lungime de undă lungă (radiaţii infraroşii care se caracterizează printr-un puternic efect caloric).

Intensitatea radiaţiei emise de pământ variază în funcţie de radiaţia temperaturii suprafeţei terestre, care depinde de modificarea intensităţii radiaţiei solare directe şi de cea a radiaţiei difuze (R_D).

Atmosfera se încălzeşte în principal sub acţiunea radiaţiei terestre, la care se adaugă cu o pondere importantă amestecul tulburent al aerului atmosferic.

Atmosfera încălzită depinde de proprietatea de a emite radiaţii infraroşii cu lungime mare de undă, care se propagă în toate direcţiile, atât în spaţiu cosmic, cât şi spre pământ.

Radiaţia atmosferică orientată spre suprafaţa pământului este cunoscută sub denumirea de radiaţie inversă sau de contraradiaţia atmosferei (R_A).

În natură se produc concomitent două fluxuri ale radiaţiei infraroşii: fluxul pornind din atmosferă către suprafaţa pământului (R_A) şi fluxul de la suprafaţă subiacentă către atmosferă, reprezentând radiaţia terestră (R_T).

Din diferenţa dintre cele două fluxuri de radiaţie rezultă radiaţia efectivă a suprafeţei terestre (R_E):

$$R_E = R_T - R_A$$

Radiaţia efectivă variază ca intensitate între 0,10 şi 0,30 cal./cm^2/min. în funcţie de temperatura suprafeţei terestre, temperatura, umiditatea absolută a aerului, de nebulozitate şi de altitudine.

Diferenţa dintre energia primită de suprafaţă şi energia emisă sau reflectată este cunoscută sub denumirea de *bilanţ radiativ*.

În continuare, se prezintă câteva dintre metodele pentru evaluarea evapotranspiraţiei potenţiale calculate (ETP_c), bazate pe radiaţie.

Metoda bilanţului termic sau radiativ. Pentru exemplificare se prezintă *metoda Penman* (Penman, 1948 şi Penman şi colab., 1969), care evaluează evaporaţia apei produsă la nivelul unei suprafeţe libere.

Această metodă are la bază doi termeni: termenul energetic care se referă la radiaţie şi termenul aerodinamic care include vântul şi umiditatea relativă. Într-o primă formă în formulă sunt utilizaţi aşa-zişii „coeficienţi culturali", cu valori diferite în funcţie de anotimp, şi anume: 0,6 pentru iarnă, 0,7 pentru primăvară şi 0,8 pentru vară. Aceşti coeficienţi au fost stabiliţi în mod experimental în scopul obţinerii unui raport între evaporaţie şi evapotranspiraţie în condiţiile climatice ale Angliei. Ca urmare, aria de utilizare a coeficienţilor respectivi se limitează la zone întrunind asemenea condiţii.

În legătură cu cei doi termeni la care s-a făcut anterior referire, trebuie precizat că ponderea fiecăruia dintre aceştia variază în funcţie de modul de manifestare a elementului climatic, vânt. Astfel, în condiţii de calm, termenul aerodinamic este cu mult inferior celui energetic. Ca urmare, pentru estimarea apei consumate prin evapotranspiraţie de către un covor vegetal, a fost propus un coeficient cultural cu valoarea de 0,8, extinzându-se astfel posibilitatea folosirii metodei Penman nu numai în zone răcoroase şi umede, ca în Anglia, ci şi în zone foarte calde şi aride.

În cazul unor zone cu vânturi frecvente şi în special în zonele aride, termenul aerodinamic devine preponderent, fapt care poate da naştere la erori importante prin folosirea acestui coeficient (Doorembos şi Pruitt, 1975).

Ulterior, pentru lărgirea sferei de aplicabilitate a formulei vizând calculul evapotranspiraţiei potenţiale, Penman elaborează o nouă formulă:

$$E_T = \frac{\Delta}{\Delta+\gamma} \times R_n + \frac{\gamma}{\Delta+\gamma} (0{,}35)(1{,}0 + 0{,}01W_2)(e_a\text{-}e_d)$$

în care: E_T este evapotranspiraţia potenţială, în mm/zi;

R_n – radiaţia netă, care se calculează astfel:

$R_n = 0{,}75R_s - R_L$, mm/zi

unde: R_S este radiația solară;

R_L – radiația netă emisă pe undă lungă;

Δ - constanta care depinde de temperatură (panta curbei presiunii vaporilor saturați la temperatura medie a aerului);

γ - constanta ecuației psihrometrice;

W_2 – viteza medie a vântului, în mile pe zi, la înălțimea de 2 m;

e_a – presiunea vaporilor de saturație la temperatura medie a aerului, în mm Hg;

e_d - presiunea vaporilor de saturație la punctul de rouă sau presiunea vaporilor din atmosferă, în mm Hg.

Metoda Penman modificată. Această metodă, prezentată de Doorembos și Pruitt (1975), reprezintă o variantă a metodei Penman, cu posibilități de aplicare peste tot acolo unde există date privind temperatura, umiditatea aerului, vântul și orele de strălucire a soarelui, nefiind nevoie de înregistrări directe asupra radiației, care sunt disponibile într-o măsură mai redusă. Pentru a se ajunge la această nouă formulă au fost utilizate date climatice și date privind evapotranspirația covorului vegetal constituit din iarbă.

Este recomandată următoarea relație de calcul:

$ET_0^+ = W \cdot R_n + (1-W) \cdot f(u) \cdot (e_a - e_d)$

unde: ET_0^+ este evapotranspirația culturii de referință, în mm/zi (neajustată);

W – factorul gravitațional, în funcție de temperatură;

R_n - radiația netă exprimată în evaporație echivalentă în, mm/zi;

f(u) – o funcție raportată la vânt;

$e_a - e_d$ – diferența între presiunea vaporilor de saturație la temperatura reală medie a vaporilor din aer, exprimate în mbar.

Pentru stabilirea evapotranspirației culturii de referință (ET_0) trebuie făcută o corecție, în funcție de condițiile meteorologice, pentru zi și noapte. Datele zilnice folosite în calculul evapotranspirației sunt considerate ca valori medii zilnice folosite în calculul evapotranspirației reprezentând media unor asemenea date în perioada considerată (de regulă o lună sau 10 zile).

În cele ce urmează se prezintă unele explicații suplimentare privind parametrii la care s-a făcut anterior referire.

Astfel, funcția vântului [f(u)] este definită de relația:

$$f(u) = 0{,}27\left(1 + \frac{U_2}{100}\right),$$

unde: U_2 este viteza totală a vântului în km/zi la 2 m înălţime.

Această expresie este valabilă atunci când ($e_a - e_d$) este exprimat în mbar.

Funcţia vântului se aplică la majoritatea condiţiilor cu caracteristici comune, unde viteza medie a vântului în timpul zilei, între orele 7 şi 19, este dublul vitezei medii a vântului faţă de restul orelor sau faţă de orele din timpul nopţii, respectiv în condiţiile în care aproximativ 2/3 din viteza totală a vântului se produce în timpul zilei. În condiţiile în care în timpul nopţii predomină vânturi puternice sau un calm excepţional, cu valori ale umidităţii relative foarte ridicate sau scăzute, este necesar să se aplice unele corecţii.

Factorul gravitaţional (1 – W) este în legătură cu efectul vântului şi al umidităţii relative asupra ET_0, la diferite temperaturi şi altitudini.

Tabelul 3.1

Descrierea elementelor care se folosesc în formula Penman modificată

(după Doorembos şi Pruitt)

Parametrul	Descrierea	Date necesare
e_a	Presiunea vaporilor saturaţi „e_a"(mbar) în funcţie de temperatura medie a aerului	t^0C
e_d	Presiunea vaporilor „e_d" din datele referitoare la temperatura bulbului uscat şi umed (psihrometru cu aspiraţie)	t^0C şi t^0C a bulbului umed
e_d	Presiunea vaporilor „e_d" din datele privind temperatura bulbului uscat şi umed – (psihrometru fără ventilaţie)	t^0C şi t^0C a bulbului umed
e_d	Presiunea vaporilor la temperatura de condensare	t^0C de condensare
F(u)	Valorile funcţiei vântului f(u) pentru viteza vântului la o înălţime de 2 m, în km/zi	U_2
(1 – W)	Valorile factorului gravitaţional (1 – W) referitoare la efectul vântului şi umidităţii asupra lui ET_0 la diferite temperaturi şi altitudini	t^0C, altitudine
W	Valorile factorului gravitaţional W referitoare la efectul radiaţiei asupra lui ET_0 la diferite temperaturi şi altitudini	t^0C, altitudine
R_a	Radiaţia extraterestră R_a exprimată în evaporaţie echivalentă în mm/zi pentru diferite luni şi latitudini	lună, latitudine
N	Durata medie a maximelor zilnice privind orele de strălucire a soarelui pentru diferite luni şi altitudini	lună, altitudine
Rns	Factorul de transformare pentru radiaţie extraterestră Ra comparativ cu radiaţia solară netă, Rns la o reflexie de 25% şi la diferite raporturi între orele reale şi cele maxime de strălucire a soarelui	n/N_r=0,25
f(t)	Corecţia pentru temperaturi în legătură cu radiaţia netă a undelor lungi	t^0C
f(ed)	Corecţia pentru presiunea vaporilor în legătură cu radiaţia undelor lungi	e_d
f (n /N)	Corecţia pentru raportul între orele reale şi cele maxime de strălucire a soarelui în legătură cu radiaţia undelor lungi Rnl	n/ N
ET_0	Ajustarea efectuată asupra lui ET_0 calculată pentru vântul din timpul zilei şi nopţii şi pentru stările de umiditate	Raportul vânt + umiditate zi/noapte

Pentru calculul lui W, se foloseşte relaţia:

$$W = \Delta / (\Delta + y)$$

în care: Δ este viteza vântului la care se schimbă presiunea vaporilor de saturaţie în funcţie de temperatură;

y – constanta psihrometrică.

După cum s-a mai arătat, R_n reprezintă radiaţia netă care rezultă din diferenţa dintre radiaţia primită şi cea reflectată. În cazul în care aceste date lipsesc, se poate calcula pe baza datelor privind durata de strălucire a soarelui sau de nebulozitate, de temperatură şi de umiditate relativă.

Cantitatea de radiaţii primită de straturile superioare ale atmosferei reprezintă radiaţia extraterestră (R_a). O parte din aceasta este absorbită şi dispersată atunci când străbate atmosfera. Restul incluzând aproximativ cantitatea dispersată, dar care ajunge pe suprafaţă pământului, reprezintă radiaţia solară R_s. O parte din radiaţia solară este reflectată direct de sol şi cultură şi se pierde în atmosferă. Modul în care se reflectă depinde, aşa cum s-a mai specificat anterior de natura suprafeţei, fiind de cca 5% pentru luciu de apă şi de 20 – 30% în cazul majorităţii culturilor. Ceea ce rămâne reprezintă radiaţia solară netă de unde scurte (R_{ns}). În cazul în care nu există date pentru radiaţia solară, atunci se foloseşte radiaţia extraterestră, care variază în funcţie de latitudine.

Pentru obţinerea radiaţiei solare se corectează valoarea radiaţiei extraterestre pentru raportul dintre orele reale de strălucire a soarelui (n) şi cele maxime posibile (N); $R_s = (0{,}25 + 0{,}50\ n/N)\ R_a$. Atât $\underline{n}$ cât şi $\underline{N}$ se exprimă în valori medii zilnice pentru perioada considerată. Pentru calculul radiaţiei solare se pot folosi şi observaţiile uzuale privind nebulozitatea. Pentru aceasta sunt necesare observaţii pe o perioadă îndelungată. Nebulozitatea se exprimă în optimi sau zecimi.

Pentru obţinerea radiaţiei nete de unde scurte (R_{ns}), radiaţia solară trebuie corectată atunci când e vorba de reflexia culturii, α.

$R_{ns} = (1 - \alpha)\ \ Rs = (1 - 0{,}25)\ Rs$, care se exprimă în evapotranspiraţie echivalentă în mm/zi. Radiaţia netă de unde lungi (R_{nl}) se poate obţine din datele privind temperatura (t), presiunea vaporilor (e_d) şi raportul n/N. Pentru obţinerea radiaţiei nete (R_n) se calculează suma algebrică a radiaţiei nete de unde scurte şi radiaţia netă de unde lungi. R_{ns} reprezintă întotdeauna o pierdere netă, astfel încât $R_n = R_{ns} - R_{nl}$. În ceea ce priveşte nebulozitatea, aceasta se exprimă astfel: cer senin = o optime; cer parţial noros = 3 optimi; cer noros = 6 optimi şi cer complet acoperit = 8 optimi.

Pentru facilitarea aplicării metodei, Doorembos şi Pruitt (1975), în lucrarea „Crop water requirements", prezintă tabelar date meteorologice corespunzând diferitelor climate, inclusiv factori de transformare etc.

Metoda Bouchet. O altă metodă care se bazează tot pe bilanțul termic sau radiativ, aplicată însă la o suprafață evaporantă (pastila Piche), situată într-un adăpost meteorologic, este aceea elaborată de Bouchet:

$$ET_p = \alpha E_p \lambda(\theta) \text{ mm/zi},$$

în care:

α este un coeficient care depinde de clima şi de tipul adăpostului care în condițiile de la Versailles, este de 0,37 (stabilit de Bouchet pentru adăpostul standard, la o intensitate a vântului de 5 m/s);

E_p - evaporația măsurată cu evaporimetru Piche, în mm/zi;

λ - coeficientul care depinde de θ;

θ - temperatura medie cuprinsă între temperatura medie a aerului şi temperatura punctului de rouă.

Printre alte metode care utilizează radiația se numără şi cea elaborată de Jensen şi Haise. Acestea includ însă şi temperatura.

Metode bazate pe temperatura aerului

În această categorie se includ metodele care utilizează ca element climatic temperatura aerului.

Metoda Thornthwaite. În țara noastră metoda *Thornthwaite* pentru evaluarea evapotranspirației potențiale climatice (ETP_c) se utilizează în mod curent pentru extrapolarea datelor privind consumul de apă al plantelor determinat în câmpuri experimentale ($ETR_{opt.}$), pe şiruri mari de ani, în vederea stabilirii necesarului de apă ce trebuie suplimentat prin irigații, la asigurările impuse de metodologia de proiectare în vigoare. Pe lângă alte metode, metoda *Thornthwaite* este folosită, de asemenea, în domeniul climatologiei, pentru raionări ale evapotranspirației, la stabilirea de bilanțuri hidrogeologice etc.

Relația de calcul a evapotranspirației potențiale, după această metodă se prezintă astfel:

$$e = 1{,}6\left(\frac{10.t}{I}\right)^a,$$

în care: e este evapotranspirația potențială, cm;

t – temperatura medie lunară în ^0C;

I – indicele anual de căldură, sumă a celor 12 indici lunari (i);

$$i = \left(\frac{t_n}{5}\right)^{1{,}541}.$$

în care:

t_n este temperatura medie lunară normală, în ^0C;

$a = 0{,}000000675 \cdot I^3 - 0{,}0000771 \cdot I^2 + 0{,}01792 \cdot I + 0{,}49239$.

Indicii lunari (i) se calculează numai pentru temperaturile pozitive.

Pentru determinarea expeditivă a acestor indici se folosește graficul din figura 3.1.

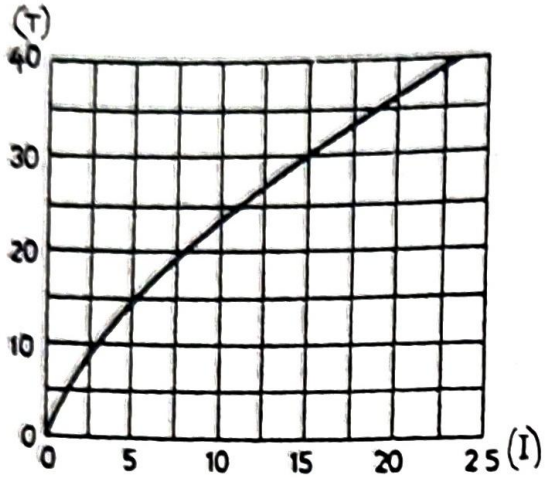


Fig. 3.1. Nomogramă pentru calculul indicelui termic lunar I, în funcție de temperatura medie a aerului

Cu ajutorul indicilor lunari și a valorilor de temperatură se obține evapotranspirația, în cm, folosind graficul din figura 3.2.

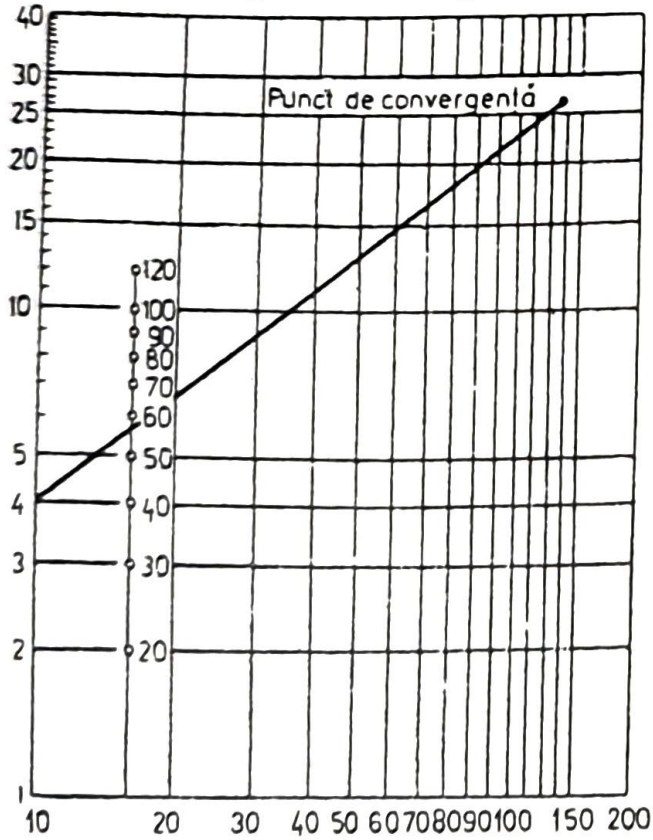


Fig. 3.2. Nomogramă pentru calculul evapotranspirației cu ajutorul indicilor lunari și ai valorilor de temperatură

Evapotranspirația astfel calculată se corectează apoi în funcție de lungimea zilei, prin înmulțirea cu factori de corecție prezentați în tabelul 3.2 care, la rândul lor, se stabilesc în funcție de latitudinea geografică și de luna pentru care se corectează consumul.

Tabelul 3.2

Factorii de corecție pentru calculul evapotranspirației potențiale după Thornthwaite între 0 și 50^0 latitudine nordică

Lat. nordică	Ian.	Feb.	Mart.	Apr.	Mai	Iunie	Iulie	Aug.	Sept.	Oct.	Noiem.	Dec.
0	1,04	0,94	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04	1,01	1,01	1,04	1,01	1,04
10	1,00	0,91	1,03	1,03	1,08	1,06	1,08	1,02	1,02	1,02	0,98	0,99
20	0,95	0,90	1,03	1,05	1,13	1,11	1,14	1,02	1,02	1,00	0,93	0,94
30	0,90	0,87	1,03	1,08	1,18	1,17	1,20	1,03	1,03	0,98	0,89	0,88
35	0,87	0,85	1,03	1,09	1,21	1,21	1,23	1,03	1,03	0,97	0,86	0,85
40	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,04	1,04	0,96	0,83	0,81
45	0,80	0,81	1,02	1,13	1,28	1,29	1,31	1,04	1,04	0,94	0,79	0,75
50	0,74	0,78	1,02	1,15	1,33	1,36	1,37	1,25	1,06	0,92	0,76	0,70

Pentru calcularea exponentului „a" din ecuația generală se poate folosi relația recomandată de Serra (Centrul International, Verona, 1960), admițându-se o eroare de până la 2%, care, în funcție de mărimea lui I, se calculează după cum urmează:

$a = 1,6/100xI + 0,5$ pentru $I < 80$

$a = x^3 + x^2 + 2x + 0,5$ pentru $I > 80$

$x = 8,8 / 100 \cdot I$

În tabelul 3.3 se prezintă valorile lui i calculate în funcție de temperatură, de la 0 la 28^{0}C, iar în figura 3.3 curbele pentru calculul evapotranspirației potențiale, în m^3/ha, în funcție de temperatură.

Tabelul 3.3

Valorile indicelui „i" pentru diferite temperaturi, calculate după Thornthwaite

t	0,00^0	0,1^0	0,2^0	0,3^0	0,4^0	0,5^0	0,6^0	0,7^0	0,8^0	0,9^0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
1	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23
2	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,42	0,44
3	0,45	0,49	0,51	0,53	0,55	0,57	0,60	0,63	0,63	0,69
4	0,71	0,74	0,77	0,80	0,82	0,85	0,88	0,91	0,94	0,97
5	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,16	1,19	1,22	1,25	1,29
6	1,32	1,35	1,39	1,42	1,45	1,49	1,52	1,56	1,59	1,63
7	1,66	1,70	1,74	1,77	1,81	1,85	1,89	1,92	1,96	2,00
8	2,04	2,08	2,12	2,15	2,19	2,23	2,27	2,31	2,35	2,39
9	2,44	2,49	2,52	2,56	2,60	2,64	2,69	2,73	2,77	2,81
10	2,86	2,90	2,94	2,99	3,03	3,08	3,12	3,16	3,21	3,25
11	3,30	3,34	3,39	3,44	3,48	3,53	3,58	3,62	3,67	3,72

Tabelul 3.3 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	3,76	3,81	3,86	3,91	3,96	4,00	4,05	4,10	4,15	4,20
13	4,25	4,30	4,35	4,40	4,45	4,50	4,55	4,60	4,65	4,70
14	4,75	4,81	4,86	4,91	4,96	5,01	5,07	5,12	5,17	5,22
15	5,28	5,33	5,38	5,44	5,49	5,55	5,60	5,65	5,71	5,76
16	5,82	5,87	5,93	5,98	6,04	6,10	6,15	6,21	6,26	6,32
17	6,38	6,44	6,49	6,55	6,61	6,66	6,72	6,78	6,84	6,90
18	6,95	7,01	7,07	7,13	7,19	7,25	7,31	7,37	7,43	7,49
19	7,55	7,61	7,67	7,73	7,79	7,85	7,91	7,97	8,03	8,10
20	8,16	8,22	8,28	8,34	8,41	8,47	8,53	8,59	8,66	8,72
21	8,78	8,85	8,91	8,97	9,04	9,10	9,17	9,23	9,29	9,36
22	9,42	9,49	9,55	9,62	9,68	9,75	9,82	9,88	9,95	10,01
23	10,08	10,15	10,21	10,28	10,35	10,41	10,48	10,55	10,62	10,68
24	10,75	10,82	10,89	10,95	11,02	11,09	11,16	11,23	11,30	11,37
25	11,44	11,50	11,57	11,64	11,71	11,78	11,85	11,92	11,99	11,16
26	12,13	12,21	12,28	12,35	12,42	12,49	12,56	12,63	12,70	12,78
27	12,85	12,92	12,99	13,07	13,14	13,21	13,28	13,36	13,43	13,50
28	13,58	13,65	13,72	13,80	13,87	13,94	14,02	14,09	14,17	14,24

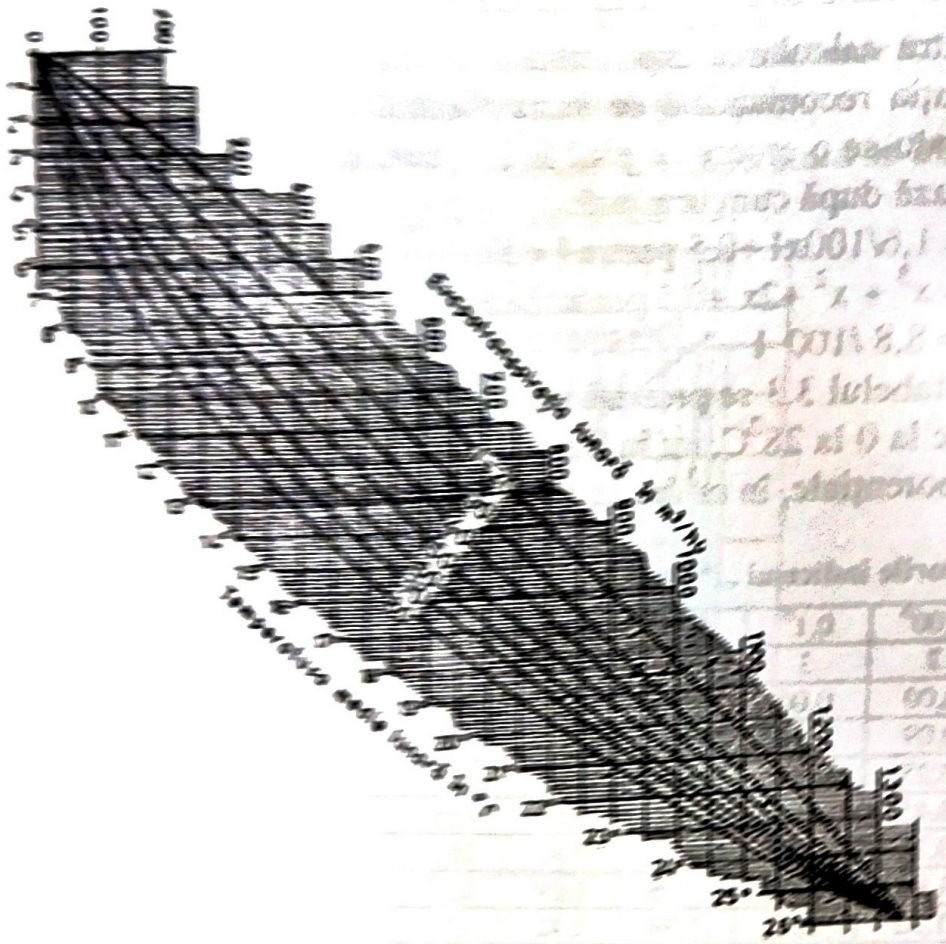


Fig. 3.3. Abaci pentru calculul evapotranspirației potențiale în m^3/ha (după Thornthwaite)

Metoda Blaney-Criddle. Această metodă are la bază legătura dintre evapotranspirație și temperatura medie lunară în °F, pe de o parte, și pro-

centul lunar din durata anuală a orelor de zi, pe de altă parte, folosind un coeficient sezonal de corecție pe culturi:

$$U = KF = \sum kf,$$

în care: U este evapotranspirația în inches pe perioada dată;

K – coeficientul empiric sezonal al culturii;

k – coeficientul empiric lunar al culturii;

F – suma factorilor lunari de consum al apei;

f – factor lunar de consum al apei.

Factorul lunar de consum al apei (f) se calculează după formula:

$$f = \frac{t \times P}{100}$$

în care: t este temperatura medie lunară în ^0F;

P – procentul lunar din durata anuală a orelor de zi.

Tabelul 3.4

Procentul orelor de zi pentru fiecare lună a anului din totalul anual, pentru latitudinea nordică

Luna	Grade, latitudine nordică							
	24	26	28	30	32	34	36	38
Ianuarie	7,58	7,49	7,40	7,30	7,20	7,10	6,99	6,87
Februarie	7,17	7,12	7,07	7,03	6,97	6,91	6,86	6,79
Martie	8,40	8,40	8,39	8,38	8,37	8,36	8,35	8,34
Aprilie	8,60	8,64	8,68	8,72	8,75	8,80	8,85	8,90
Mai	9,30	9,38	9,46	9,53	9,63	9,72	9,81	9,92
Iunie	9,20	9,30	9,38	9,49	9,60	9,70	9,83	9,95
Iulie	9,41	9,49	9,58	9,67	9,77	9,88	9,99	10,10
August	9,05	9,10	9,16	9,22	9,28	9,33	9,40	9,47
Sept.	8,31	8,31	8,32	8,34	8,34	8,36	8,36	8,38
Oct.	8,09	8,06	8,02	7,99	7,93	7,90	7,85	7,80
N.	7,43	7,36	7,27	7,19	7,11	7,02	6,92	6,82
Dec.	7,46	7,35	7,27	7,14	7,05	6,92	6,79	6,66
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabelul 3.4 (continuare)

Luna	Grade, latitudine nordică					
	40	42	44	46	48	50
Ianuarie	6,76	6,62	6,49	6,33	6,17	5,98
Februarie	7,73	6,65	6,58	6,50	6,42	6,32
Martie	8,33	8,31	8,30	8,29	8,27	8,25
Aprilie	8,95	9,00	9,05	9,12	9,18	9,25
Mai	10,02	10,14	10,26	10,39	10,53	10,69
Iunie	10,08	10,21	10,38	10,54	10,71	10,93
Iulie	10,22	10,35	10,49	10,64	10,80	10,99
August	9,54	9,62	9,70	9,79	9,89	10,00
Sept.	8,38	8,40	8,41	8,42	8,44	8,44
Oct.	7,75	7,70	7,63	7,53	7,51	7,43
N.	6,72	6,62	6,49	6,36	6,22	6,07
Dec.	6,52	6,38	6,22	6,04	5,86	5,65
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabelul 3.5

Coeficientul K pentru culturi calculat din formula Blaney- Criddle

Cultura	Durata perioadei de vegetaţie	Coeficientul K	
		Sezonal	Maximal lunar
Culturi irigate			
Lucernă	fără îngheţ	0,80-0,85	0,95-1,25
Leguminoase	3 luni	0,60-0,70	0,75-0,85
Porumb	4 luni	0,75-0,85	
Bumbac	7 luni	0,60-0,70	0,75-1,10
Citrice	7 luni	0,50-0,65	0,65-0,75
Pomi fructiferi cu frunze căzătoare	fără îngheţ	0,60-0,70	0,70-0,95
In	7 – 8 luni	0,80	
Pajişti	fără îngheţ	0,75	0,85-1,15
Cartofi	3,5 luni	0,70	0,85-1,00
Cereale	3-4 luni	0,75-0,85	0,80-1,20
Sorg	4-5 luni	0,70	0,85-1,10
Sfecla de zahăr	5-6 luni	0,65-0,75	0,85-1,00
Culturi cu sămânţa măruntă	3 luni	0,75-0,85	0,85-1,10
Orez	3-4 luni	1,00	1,10-1,30

Cantitatea şi repartiţia udărilor pe luni se calculează prin împărţirea normei de irigaţie lunară la valoarea normei de udare.

Valoarea normei de udare se determină după formulă:

$$d = 0,45 \times Fc \times A \times D,$$

în care:

d este stratul de apă, în cm;

Fc – umiditatea la capacitatea de câmp, în %;

A – densitatea aparentă (1,2 pentru soluri grele şi 1,4 pentru solurile uşoare);

D – adâncimea stratului de răspândire a rădăcinilor plantelor în sol, în m.

O altă variantă a formulei Blaney-Criddle, concepută de Blaney, a fost elaborată în 1945 şi experimentată în zonele aride şi semiaride.

Se prezintă următoarea relaţie de calcul:

$$Et = 0,254\ (1,8t + 32) \times P \times K,$$

în care:

Et este evapotranspiraţia lunară, în mm;

t – temperatura medie lunară în ^0C.

În legătură cu metoda Blaney-Cridlle, Doorembos şi Pruitt (1975) consideră că pentru valoarea coeficientului K trebuie efectuate experimentări în condiţii concrete. Autorii au calculat, de asemenea, valorile corespunză-

toare factorului „f" pentru un număr mare de amplasamente situate în diferite condiții climatice. Pe lângă temperatura caracteristică acestor amplasamente, au fost folosite şi date privitor la evapotranspirația plantelor obținute din determinări locale. Au fost stabilite, de asemenea, relații între factorul „f" din formulă şi evapotranspirația covorului vegetal format din ierburi, alimentat cu apă în optim.

Toate acestea sunt prezentate grafic în scopul facilitării determinării evapotranspirației, utilizând această formulă. De fapt toate calculele la care ne-am referit sunt propuse a se utiliza când sunt disponibile ca date climatice numai cele care privesc temperatura. Oricum, autorii menționați nu recomandă folosirea coeficienților culturii K în forma în care sunt prezentați în metoda Blaney-Criddle. De asemenea, sugerează că valorile evapotranspirației să fie calculate pentru fiecare lună calendaristică a fiecărui an în loc să se folosească temperaturile medii multianuale. În context, consideră că metoda poate conduce la erori în cazul climatelor cu variabilitate mare a orelor de luminozitate solară, în lunile de tranziție.

Metoda Klatt. Prin această metodă se poate estima evapotranspirația potențială (ETP), în mm, pentru intervale de 5 zile, folosind relația:

$$ETP = (1/3+1/30 \times t^0m)\ t^0m,$$

în care t^0 m reprezintă temperatura medie zilnică a aerului.

Metode bazate pe deficitul de saturație al aerului

Printre metodele larg răspândite pentru evaluarea evapotranspirației potențiale se numără şi acelea având la bază deficitul de saturație al aerului. În continuare se prezintă exemplificativ câteva dintre acestea.

Metoda Alpatiev. În cadrul acestei metode se utilizează următoarea relație de calcul:

$$ETP = R \times \sum d, \text{ în } m^3 / ha$$

în care:

R este un aşa-zis „coeficient biologic", care se stabileşte pe cale experimentală;

d – deficit de saturație, însumat zilnic pentru perioada care interesează.

Metoda Ivanov. Formula folosită prin această metodă se prezintă astfel:

$$E = 18,4 \times D$$

în care:

E este evapotranspirația potențială lunară, în mm;

D – deficitul mediu de saturație, în mm.

În cadrul acestei metode se admite o eroare de ± 5% în intervalul temperaturilor medii lunare de la + 24 ^{0}C la +28^0 C şi de la ±10% în intervalul de la +21 ^{0} C la +31^0 C.

Metoda Papadakis. Autorul acestei metode stabileşte următoarea relaţie de calcul:

$$E = 0{,}5625\ (e_{ma} - e_d)$$

în care:

E este evapotranspiraţia lunară, în cm;

e_{ma} – presiunea vaporilor de saturaţie, corespunzând mediei maximului zilnic, în mb;

e_d - media presiunii vaporilor în cursul lunii, în mb.

Această relaţie a fost modificată de autor ulterior, după cum urmează:

$$E = 0{,}5625\ (e_{ma} - e_{mi} - 2),$$

în care:

e_{mi}-2 reprezintă presiunea vaporilor de saturaţie corespunzând mediei minimului zilnic minus 2, doi reprezentând diferenţa „normala" între media minimului.

Metode bazate pe mai mulţi factori climatici

În afară de metodele prezentate anterior, care se sprijină pe câte un singur factor climatic, pe plan mondial se utilizează încă numeroase metode care iau în consideraţie doi sau mai mulţi factori, după caz. În cele ce urmează se prezintă exemplificativ unele dintre aceste metode.

Metoda Maier-Tihomirov. Această metodă evaluează cantitatea de apă evaporată şi are la bază deficitul lunar al umidităţii relative şi factorul vânt:

$$E = d\ (15+3W)$$

în care:

d este deficitul lunar al umidităţii aerului;

W – viteza medie lunară a vântului în m/s, la înălţimea giruetei.

Metoda Turc. După autorul acestei metode, evaporaţia depinde în principal de factori climatici şi în măsură mai mică de caracteristicile anatomofiziologice ale plantei. Ca urmare, elaborează două relaţii de calcul pentru determinarea decadală a evapotranspiraţiei, una pentru solul descoperit şi alta pentru solul acoperit cu vegetaţie. Facem menţiunea că în decursul timpului au fost elaborate încă numeroase formule pentru calculul indirect al evapotranspiraţiei. Nu considerăm însă că este cazul a mai insista asupra acestora.

3.2.2. Metode utilizând evaporimetrele

Prin aceste metode se estimează cantitatea de apă evaporată de la suprafaţa liberă a apei, din vase de diferite dimensiuni.

În aceste condiţii, evaporaţia reprezintă un proces continuu care depinde de numeroşi factori cu influenţă directă, fiind de fapt o rezultantă a influenţei integrate a acestui complex de factori. Dintre aceştia se prezintă în continuare cei cu ponderea mai importantă: aportul de căldură, diferenţe dintre presiunea vaporilor, temperatura aerului şi a apei, vântul, modificările presiunii barometrice, dimensiunile suprafeţei de evaporare, starea mediului înconjurător, conţinutul în săruri al apei, impurităţi şi vegetaţie etc.

În ceea ce priveşte primul factor, principala sursă de căldură este radiaţia solară provenită pe cale naturală sau de la unele corpuri radiante înconjurătoare. În cazul în care ceilalţi factori rămân constanţi, evaporaţia este proporţională cu diferenţa dintre presiunea vaporilor saturaţi la temperatura apei şi presiunea vaporilor din aer. Schimbările temporare care se produc în evoluţia temperaturii aerului, care nu sunt însă însoţite de modificările în temperatura punctului de rouă al aerului, afectează evaporaţia numai prin influenţa temperaturii aerului asupra temperaturii apei.

Întrucât evaporaţia se află, în general, sub influenţa aceloraşi factori climatici ca şi evapotranspiraţia, de multă vreme, în practica irigaţiei, evaporimetrele, respectiv atmometrele au fost avute în vedere pentru evaluarea evapotranspiraţiei (cu unele corecţii) atât la dimensionarea sistemelor cât şi pentru prognoza şi avertizarea aplicării udărilor.

Tipuri de evaporimetre

În cele ce urmează se face referire la unele din principalele tipuri de evaporimetre utilizate pe plan mondial, prezentate în lucrarea „Measurement and estimation of evaporation and evapotranspiration", elaborată de M. Gangopadhyaya şi colab. (1966) sub egida „World Meteorological Organization".

Evaporimetrul Bac clasa A este de formă circulară, fiind confecţionat din tablă galvanizată. Se umple cu apă până la 5 cm sub marginea vasului. Acest tip de evaporimetru se utilizează curent la noi în ţară în metodologia de prognoză şi avertizare a aplicării udărilor, fapt pentru care se face o prezentare mai detaliată a acestuia rezultând din schiţa cu elementele constructive. La noi este confecţionat din tablă neagră de 1,5 mm, vopsită în alb (fig. 3.4).

Evaporimetrul Colorado este de formă pătrată, cu latura de 92 cm şi adâncimea de 46 cm şi se confecţionează din tablă galvanizată. Este îngropat în pământ cu marginea superioară deasupra nivelului solului cu 5 cm. Se umple cu apă până la nivelul solului.

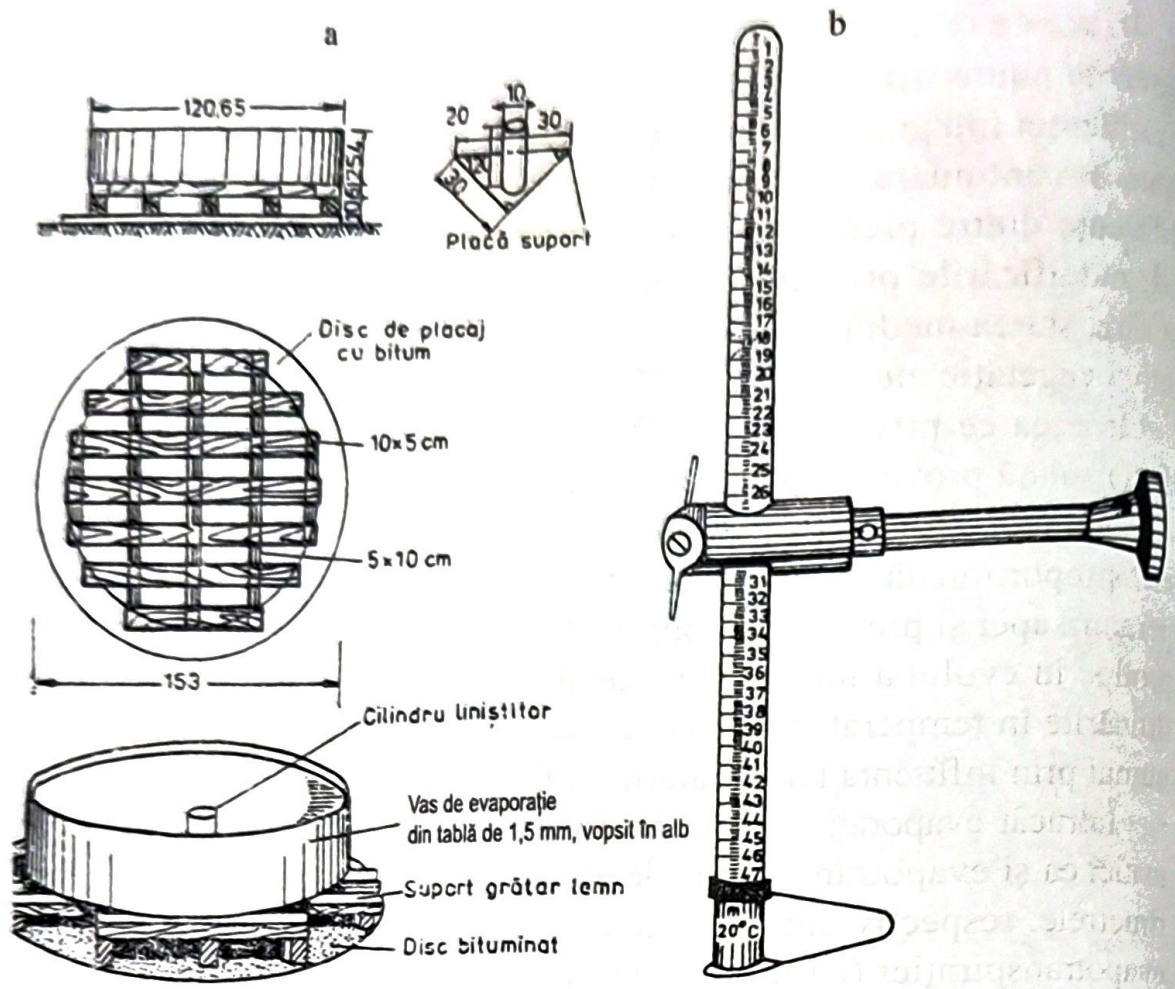


Fig. 3.4. Evaporimetrul Bac clasa A (a) şi atmometrul Piche (b)

Evaporimetrul GGI- 3000 este utilizat curent în reţeaua meteorologică din Rusia, precum şi în prognoza aplicării udărilor. Se compune dintr-un rezervor cilindric cu baza conică, confecţionat din tablă galvanizată. Are diametrul de 61,8 cm şi suprafaţa de 3000 cm^2. Are o adâncime de 68,5 cm în centru (vârful conului) şi 60 cm la extremitate. Se introduce în pământ cu marginea la aproximativ 7,5 cm deasupra nivelului solului. Pentru înregistrarea precipitaţiilor se utilizează un rezervor asemănător prevăzut cu o pâlnie, care se instalează alăturat.

Evaporimetrul de 20 m^2 are diametrul de 5 m şi se instalează în pământ cu o înălţime de 7,5 cm deasupra nivelului solului. Nivelul apei este menţinut la nivelul solului.

Evaporimetrul Symons este pătrat, cu latura de 1,83 m şi adâncimea de 61 cm. Se instalează în pământ, rămânând cu o înălţime de 7,5 cm deasupra nivelului solului.

Evaporimetrul tip Kenya este confecţionat din tablă galvanizată şi izolată în interior cu mastic bituminos. Are o formă circulară cu diametrul de 1,22 m şi adâncimea de 35,50 cm. Se montează pe un grătar suport din

lemn cu dimensiunile suporţilor de 5/10 cm. Este protejat cu o plasă de sârmă cu latura ochiurilor de 2,5 cm.

Evaporimetrul Wild are diametrul de 17,8 cm, o suprafaţă de 250 cm^2 şi o adâncime medie de 2,5 cm. Este montat pe o balanţa înregistratoare (o rotaţie la 24 ore), amplasată pe o platformă acoperită, fiind astfel expus mişcării aerului, dar nu şi a radiaţiei solare. Aparatul se afla la o înălţime de 2 m deasupra solului.

Evaporimetrul clasa A modificat este acoperit cu o plasă de sârmă, vopsită în alb în exterior şi cositorită în interior. Este îngropat, cu nivelul apei la suprafaţa solului.

În lucrarea menţionată anterior se mai prezintă o serie de tipuri de evaporimetre utilizate în diferite ţări: rezervorul circular cu suprafaţa de 12 m^2 şi adâncimea de 1 m, vopsit în negru (Danemarca), container circular îngropat cu suprafaţa de 10 m^2 şi adâncimea de 1 m (Israel), container placat cu cupru cu diametrul de 20 cm şi înălţimea de 10 cm instalat deasupra solului (Japonia şi Coreea), container îngropat cu diametrul de 50 cm şi adâncimea de 25 cm, înconjurat cu înveliş vegetal de iarbă scurtă (Olanda), container circular îngropat, confecţionat din beton hidrofug cu diametrul de 92 cm şi adâncimea de 92 cm, cu partea de sus a marginii la 5 cm deasupra nivelului solului (Noua Zeelandă), rezervor circular îngropat din tablă galvanizată cu diametrul de 3,65 m şi adâncimea de 92 cm, având marginea superioară cu 7,5 cm deasupra nivelului solului (SUA), Andersson etc.

Un aparat cu utilizări asemănătoare evaporimetrului este atmometrul. Acesta foloseşte o suprafaţa poroasă umedă pentru măsurarea intensităţii evaporaţiei. Printre cele mai cunoscute menţionam tipurile Piche (fig. 3.4), Livingstone, Bellami etc.

Răspândire, avantaje şi dezavantaje

După Gongopadhyaya şi colab. (1966), numărul diverselor tipuri de evaporimetre este foarte mare, departe de a fi epuizat în cele prezentate, cele utilizate mai frecvent în lume fiind de tipul GGI – 3000, evaporimetrul de 20 m^2, clasa A, Colorado şi Symons.

Evaporimetrele amplasate deasupra solului au avantajul că sunt mai ieftine şi mai uşor de instalat. Sunt simple şi permit detectarea cu uşurinţă a pierderilor de apă. De asemenea, golirea de apă se face mai uşor decât în cazul celor îngropate. Vasele de evaporare sunt supuse însă radiaţiilor pe părţile laterale, ceea ce conduce la un debit de evaporare mărit.

Evaporimetrele îngropate, prin caracteristicile aerodinamice şi de radiaţie, aproximează caracteristicile similare unui lac. Acestea prezintă însă

o serie de dezavantaje, printre care: greutate în depistarea pierderilor, te dința de a acumula murdărie și resturi datorită apropierii de nivelul sol lui, fiind totodată dificil de curățat; învelișul vegetal poate deforma infl ența vântului.

Condiții de amplasare

Terenul pentru amplasarea unei stații evaporimetrice trebuie să fie pl și deschis în toate direcțiile pentru a permite circulația liberă a aerului. D asemenea, învelișul vegetal nu trebuie să împiedice manifestarea norma a factorilor meteorologici. Trebuie eliminată influența oricăror obstacol Pomii, clădirile etc. trebuie să fie față de instalație la o distanță de peste 4 o înălțimea obstacolului respectiv, deși de dorit este ca distanța sa fie m mare. Trebuie o deosebită atenție ca umbra să nu cadă pe vasul de evapo rare în nici o parte a zilei. Evaporimetrele amplasate deasupra solului n trebuie montate pe fundații de beton, pe asfalt sau pe strat de pietriș. De re gulă, nivelul apei freatice în stațiile evaporimetrice trebuie să fie mai adân cu 2,5 m față de nivelul solului. Stația evaporimetrică trebuie protejată pri împrejmuire care să nu creeze perturbații, în special, în ceea ce privește mișcarea aerului. Suprafața împrejmuită trebuie să aibă laturile de cel pu- țin 15 x 20 m.

Nu se admite utilizarea grătarelor pentru protejarea evaporimetrelo acolo unde acestea nu sunt astfel standardizate. Din experiențele efectuate în India rezultă că citirile din evaporimetrele neprotejate sunt mai mari de 1,44 ori decât acolo unde s-au utilizat asemenea grătare.

3.2.3. Metoda evapotranspirometrelor (lizimetrelor)

Prin această metodă, evapotranspirația este măsurată cu ajutorul unor instalații în care intră în acțiune atât planta cât și solul, sub influența factorilor climatici. În lucrarea *„Measurement and estimation of evaporation and evapotranspiration"* elaborată de M. Gongopadhyaya și colab (1966), care a fost anterior citată, se face distincția între evapotranspirometru și lizimetru, ambele îndeplinind de fapt aceeași funcțiune în aceleași condiții de mediu. Astfel, *evapotranspirometrul* este definit ca un instrument pentru măsurarea evapotranspirației, constând dintr-un rezervor îngropat (umplut cu sol, având același înveliș vegetal ca și suprafața înconjurătoare), la care pierderea de apă este măsurată prin cântărire, prin luarea în considerație a apei care ajunge la suprafață și a tuturor scurgerilor de pe fundul rezervorului. Prin *lizimetru* se înțelege un tip special de evapotranspirometru, proiectat astfel încât să permită măsurarea apei drenată prin sol.

Ca şi în cazul evaporimetrelor, în continuare se prezintă principalele tipuri de evapotranspirometre (lizimetre) utilizate curent pe plan mondial, descrise în lucrarea la care s-a făcut referire în cadrul acestui capitol.

Evapotranspirometre cu cântărire

Evapotranspirometrele cu cântărire se caracterizează printr-un grad ridicat de precizie, fiind indicate pentru cercetări de mare finețe, cu condiția luării în considerație a unor precauții deosebite în proiectare, în stabilirea amplasamentului, în execuție, precum şi în înregistrarea observațiilor. Pentru cântărire se folosesc fie balanțe înregistratoare în mod continuu, fie balanțe mobile sau staționare cu cuvele ridicate pentru cântărire, cu ajutorul unor macarale mobile (Harrold şi Dreibellis, 1951; Pruitt şi Augus, 1960; Makking, 1953). În cele ce urmează se prezintă, spre exemplificare, două dintre acestea.

Instalația de evapotranspirație de la Coshocton, statul Ohio – SUA. Aceasta a fost construită în perioada 1937 – 1940, de către serviciul de conservare a solului din SUA. Evapotranspirometrele sunt de tip mobil, având lungimea de 4,27 m, lățimea de 1,90 m şi adâncimea de 2,44 m. Scurgerea de pe suprafața lizimetrului şi apa percolată, sunt colectate şi înregistrate automat în mod continuu. Pentru a preveni infiltrația apei prin pereții din beton, pereții interiori au fost izolați mai întâi cu creuzot, pe care s-a aplicat apoi un strat de asfalt fierbinte. La adâncimi diferite s-au utilizat şi 4 benzi de câte 7,6 cm pe jumătate în pereții din beton şi jumătate în blocul de beton.

Pământul introdus a fost în structură naturală. Balanțele funcționează pe principiul pârghiei şi a pendulului şi pot suporta o sarcină de 65 tone. Mecanismul este astfel conceput încât să măsoare schimbări de greutate corespunzătoare modificărilor de 0,25 mm ale cantității de apă eliminate prin evapotranspirație. În spațiul restrâns dintre cuva evapotranspirometrului mobil şi solul înconjurător, se introduce un ulei, pentru a permite cuvelor să se deplaseze liber şi, în acelaşi timp, să împiedice ca aerul sau apa să pătrundă în tunelul adăpost.

Instalația este compusă din 11 monoliți, trei dintre aceştia fiind cântăriți automat din 10 în 10 minute, datele fiind înregistrate pe bandă.

În afară de evapotranspirație, scurgeri la suprafață sau în profunzime, se fac, de asemenea, înregistrări sistematice privind factorii climatici.

Instalația de evapotranspirometre de la Davis – SUA a fost construită în perioada 1958 – 1959, de către Universitatea statului California. Cuva este circulară, cu diametrul de 6,1 m şi adâncimea de 91,4 cm. Forma circulară are avantajul că permite ca pereții cuvei şi cei de sprijin să aibă o grosime

minimă. Pământul în care s-a montat instalaţia nu prezintă schimbări de structură pe adâncimea de 91,4 cm. Pereţii şi fundul cuvei şi primii 20 cm de la suprafaţă ai pereţilor externi de sprijin sunt fabricaţi din răşină poliesterică cu grosimea de 6,4 mm armată cu fibră de sticlă. Spaţiul dintre cei doi pereţi este de 31,75 mm. Adâncimea adoptată de 91,4 cm necesită o capacitate a balanţei de aproximativ 500 000 kg. În asemenea condiţii, balanţa are o sensibilitate de 0,03 mm apă evaporată. La fundul evapotranspirometrului sunt prevăzute tuburi perforate din material plastic şi tuburi din ceramică pentru drenare. Apa drenată este colectată în rezervoare mari cu vacuum, amplasate sub platforma cântarului, astfel încât citirile de pe cadran să nu fie influenţate.

Evapotranspirometre plutitoare (flotante)

Acestea funcţionează pe principiul lui Arhimede, cântarele fiind înlocuite printr-un sistem hidraulic. Containerul cu monolitul de sol, inclusiv flotoarele necesare, plutesc într-un lichid aflat într-un container extern. Pierderea sau adaosul de greutate în containerul plutitor produce modificarea nivelului lichidului din containerul exterior.

Instalaţia permite înregistrarea continuă şi rapidă la distanţă, prin utilizarea de bazine amortizoare conectate la cuva lizimetrului prin conducte subterane.

Dacă Δh este adâncimea echivalentă a pierderilor de apă datorate modificărilor de masă ale rezervorului plutitor, As este aria secţiunii rezervorului plutitor, A_1 suprafaţa inelară a lichidului plus aria bazinului de liniştire, iar S_1 este greutatea specifică a lichidului, atunci, aplicând principiul lui Arhimede, modificarea de masă a rezervorului plutitor produce o modificare a nivelului lichidului din rezervorul bazinului şi din bazinul amortizor, care rezultă din relaţia:

$$\Delta h = \frac{\Delta d \times As}{S_1 (As + A_1)}$$

Evapotranspirometre (lizimetre) volumetrice

Cu ajutorul acestor evapotranspirometre se măsoară cantitatea de apă intrată şi cea colectată. Prin aducerea umidităţii solului la capacitatea de câmp la începutul şi la sfârşitul perioadei, pierderile de apă reprezintă evapotranspiraţia produsă în perioada considerată. Pentru cazul solurilor cu aport freatic, în vederea evaluării evapotranspiraţiei la plantă se utilizează rezervoare cu sol alimentat cu apă de jos în sus dintr-un rezervor anexă, nivelul apei menţinându-se constant cu ajutorul unor dispozitive adecvate prevăzute cu flotor, de regulă.

În lucrarea *„Measurement and estimation of evaporation and evapotranspiration"* elaborată de M. Gongopadhyaya şi colab (1966), pe lângă evapotranspirometrele prezentate anterior, este descris şi cel conceput de Thornthwaite (Mather, 1950 şi 1954), pentru măsurarea evapotranspiraţiei potenţiale, la care se face referire în continuare. Acesta se compune dintr-o cuvă umplută cu pământ, cu o suprafaţă de 4 m^2 şi cu adâncimea de 0,70 m, un sistem de colectare a apei infiltrate, un tub pentru conectarea rezervorului la sursa de alimentare şi un mecanism de reglare a nivelului apei. Acesta din urmă este de fapt un plutitor pentru reglarea nivelului apei cu o precizie de un cm. Evapotranspiraţia se obţine astfel, ca diferenţă dintre apa adăugată în cuva lizimetrului şi apa precolată, plus precipitaţiile. Mather, citat de Gongopadhyaya (1966), prezintă o modificare a instalaţiei. Astfel, tubul, care are o uşoară pantă descendentă, se termină în interiorul unui cilindru, unde se află şi un vas pentru colectarea apei. Sub stratul de pământ din cuvă se introduce un strat de pietriş. Rezervorul (cuva lizimetrului) se irigă de mai multe ori pe zi cu cantităţi cunoscute de apă calculate astfel încât să se producă precolaţia. Din diferenţa dintre apa intrată şi cea precolată rezultă evapotranspiraţia.

În afară de tipurile de lizimetre la care s-a făcut referire, pe plan mondial au fost concepute încă numeroase tipuri care diferă între ele mai ales prin dimensiuni, uneori şi prin gradul de precizie, menţinându-se însă în linii mari principiile de funcţionare descrise.

Unele considerente generale privind utilizarea evapotranspirometrelor (lizimetrelor)

Oricâte precauţii s-ar lua la executarea evapotranspirometrelor nu este posibil să se realizeze condiţii absolut identice celor naturale. Astfel, se produc perturbaţii ale umidităţii datorită scurgerilor de apă pe pereţii acestora. În cazul în care solul utilizat nu este dislocat în structură naturală, sunt dereglate condiţiile de circulaţie a apei legate în mod special de reţinerea apei, cu implicaţii şi asupra regimului termic. De asemenea, diferenţa în ce priveşte înălţimea culturii din lizimetru, comparativ cu cea din cultura înconjurătoare, produce perturbaţii în circulaţia aerului etc. Chiar ţinând seama de aceste limitări (mai pot fi şi altele), în practica irigaţiei, evapotranspirometrele sunt de un real folos în evaluarea evapotranspiraţiei potenţiale (ETP), respectiv a celei de referinţă (ET_0).

La amplasarea staţiei de evapotranspirometre (este mai bine a se utiliza cel puţin trei) trebuie avute în vedere şi condiţiile care se cer şi în cazul evaporimetrelor, în ceea ce priveşte, în special, evitarea obstacolelor

naturale sau artificiale, care pot produce perturbații în manifestarea nor. malã a factorilor meteorologici. Cultura utilizată în zona de protecție tre. buie să aibă aceeași înălțime cu cea din evapotranspirometru (de fapt tre. buie să fie aceeași specie și același soi), să aibă aceleași condiții de umi. ditate, aceeași densitate, vigurozitate etc. Straturile de sol trebuie să aibă aceeași succesiune ca în condițiile naturale. Pe solurile grele este necesară construirea containerului la fața locului, în jurul monolitului. Pentru stabi. lirea evapotranspirației potențiale, umiditatea, atât în interiorul lizimetru. lui cât și în parcela înconjurătoare, trebuie menținută la nivelul capacității de câmp pentru apă a solului.

Evapotranspirometrele (lizimetre) utilizate în țara noastră pentru irigații

În țara noastră s-au utilizat până în prezent și se utilizează încă în cerce. tare evapotranspirometrele volumetrice (de tipul Thornthwaite - Mather), la Institutul de Cercetare și Inginerie Tehnologică pentru Irigații și Drenaje de la Băneasa – Giurgiu (ICITID), la Institutul de Cercetare-Dezvoltare pentru Agricultură Fundulea (ICDA), precum și la institutele de cercetări cu profil hortiviticol. Se folosesc, de asemenea, și în unele unități de învă. țământ superior. În figura 3.5 se prezintă lizimetrul utilizat pentru culturi de câmp, instalat în diferite condiții pedoclimatice în rețeaua de cercetare a ICITID. Tot în cadrul rețelei de cercetare a ICITID, s-au făcut expe. riențe privind aportul freatic utilizând lizimetre adecvate, la Dor Mărunt – Călărași și Gogosu – Mehedinți. Culturile utilizate cel mai frecvent au fost lucerna, porumbul boabe, grâul, porumbul siloz cultura a doua, precum și loliumul.

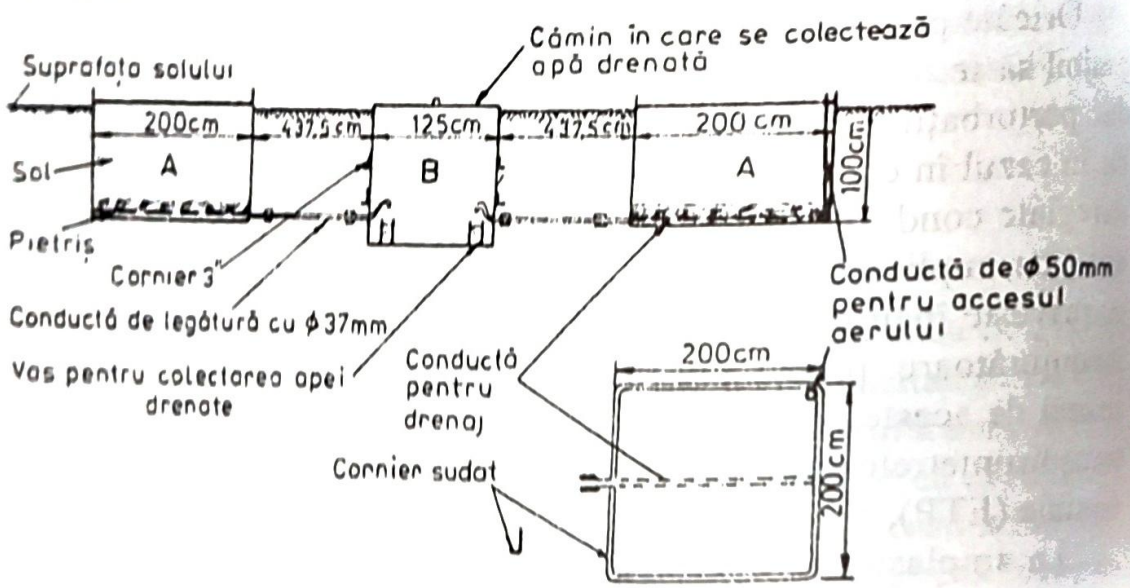


Fig. 3.5. Lizimetrul volumetric (cu drenaj) utilizat în rețeaua de cercetare a ICITID

Din cercetările efectuate la ICDA – Fundulea prin utilizarea a două tipuri de lizimetre (cu nivel constant şi cu drenaj), a rezultat că între evapotranspiraţia culturilor din lizimetre şi cea a culturilor în câmp nu sunt diferenţe mari, în general. Diferenţele se accentuează însă în lunile cu consum maxim la porumb şi grâu, când evapotranspiraţia în lizimetre o depăşeşte pe aceea din câmp.

Autorii (Rodica Păltineanu şi Gh. Sipoş) consideră că cele mai bune rezultate se pot obţine folosind lizimetrele cu alimentare mixtă şi recomandă utilizarea lizimetrelor mai ales în studierea influenţei caracteristicilor solului sau a diferitelor metode fitotehnice asupra consumului de apă al plantelor. Asupra concluziilor autorilor privind utilizarea acestora în prognoza udărilor se va face referire la capitolul respectiv.

În cadrul cercetărilor efectuate în reţeaua ICIF şi continuate apoi la ICITID, s-a avut în vedere, pe lângă detalierea unor aspecte privind consumul de apă a unor culturi, stabilirea evapotranspiraţiei covorului de iarbă alimentată în optim cu apă, respectiv evapotranspiraţia potenţială. Pentru aceasta s-a utilizat o cultură de *Lolium* care a fost menţinută în aceleaşi condiţii de înălţime şi în parcela „de gardă" ca în lizimetru. Din acest punct de vedere prezintă un deosebit interes rezultatele obţinute în câmpul experimental de la Mărculeşti, reprezentativ din punct de vedere climatic pentru zona călduroasă secetoasă şi unde există instalat un asemenea lizimetru. Astfel, din prelucrarea datelor o perioadă de 17 ani (1971-1987) au rezultat valori foarte apropiate ale evapotranspiraţiei din lizimetru cu cele ale evaporaţiei din evaporimetrul Bac clasa A (Rădulescu, 1989). De altfel, diferenţele sunt total nesemnificative, după cum rezultă din datele prezentate în continuare (valorile medii ale evapotranspiraţiei şi, respectiv, ale evaporaţiei în metri cubi la hectar pe zi în lunile din perioada de vegetaţie).

Luna	Lizimetru	Evaporimetru	Kp
Mai	51,2	51,5	0,99
Iunie	48,8	53,2	0,92
Iulie	50,4	51,9	0,97
August	45,8	48,8	0,94
Septembrie	38,1	37,2	1,02

Cele prezentate mai sus demonstrează că în această zonă climatică evaporaţia din evaporimetrul Bac clasa A exprimă foarte fidel (este vorba de valori practic identice) evapotranspiraţia covorului vegetal alimentat în optim cu apă, respectiv evapotranspiraţia de referinţă (ET_0).

În asemenea condiţii se creează posibilitatea etalonării evapotranspi raţiei obţinute prin alte metode indirecte, folosind valorile evaporaţiei d la suprafaţa liberă a apei din evaporimetrul clasa A.

Există bineînţeles rezerva că acest raport foarte apropiat de unitate între evapotranspiraţia potenţială şi evaporaţia din evaporimetrul clasa A se va menţine în orice condiţii pedoclimatice. De altfel, mai mulţi autori, printre care şi Doorembos şi Pruitt (1975), menţionând apropierea datelor obţinute din lizimetrul cu iarbă şi din evaporimetru, precizează că, în funcţie de climat, diferenţele pot fi mai mari sau mai mici. Se pare că în zonele foarte aride, evaporimetrul supraestimează evapotranspiraţia, după cum în anumite climate, după constatările celor doi autori, pentru a se ajunge la evapotranspiraţia ierbii din lizimetru, nu este nevoie să se facă nici o corecţie asupra evaporaţiei din evaporimetrul clasa A.

3.2.4 Metoda bilanţului bazată pe controlul rezervei de apă din sol

Prin această metodă, evapotranspiraţia plantelor se determină pe baza unui bilanţ bazat pe investigaţii directe în teren privind rezerva de apă din sol. Asupra acesteia se revine în capitolul următor unde, de fapt, se prezintă în detaliu rezultatele obţinute în ţara noastră privind evapotranspiraţia reală optimă (ETRopt.), ca o variantă a evapotranspiraţiei reale maxime (ETR_M), a principalelor culturi utilizate în ţara noastră. Astfel, se prezintă în continuare mijloacele pentru stabilirea acestui parametru utilizat curent în activitatea privind prognoza şi avertizarea aplicării udărilor în sistemele de irigaţii. După cum se va putea constata, operaţia de prognozare a udărilor, are la bază relaţia dintre consumul de apă al plantelor, respectiv $\sum$ (E+T) şi evapotranspiraţia de referinţă (ET_0), aceasta din urma fiind determinată cu ajutorul evaporimetrului Bac clasa A.

Metodologia în sine constă din întocmirea unui bilanţ care utilizează pe parcursul perioadei de vegetaţie consumul de apă determinat în aceste condiţii. Facem însă precizarea foarte importantă că punctul de plecare al acestui bilanţ îl reprezintă rezerva de umiditate care trebuie efectuată *direct în teren* prin mijloace adecvate acestui scop la care se face referire în capitolul IV.

În cele ce urmează se vor prezenta unele din *procedeele şi aparatura necesară investigaţiilor punctuale* privind rezerva de apă din sol. Facem însă încă o dată precizarea că *metoda pentru stabilirea dinamicii umidită-*

ții solului în condiții de irigații, respectiv pentru determinarea momentului udării și a cantităților de apă care se administrează prin udări, este aceea cu utilizarea evaporimetrului însoțită de coeficientul de transformare Kt, metodă care s-a dovedit deja eficientă prin folosirea în condiții de producție (exploatare). Procedeele privind investigațiile punctuale, trebuie avute în vedere numai ca mijloace ajutătoare pentru situații speciale la care anterior s-a făcut referire. Mai trebuie de menționat, totodată, că pe baza acestei metodologii, ca și a principalilor parametri, respectiv *coeficienții de transformare,* au fost organizate și *centrele de prognoză și avertizare a udărilor* din sistemele de irigații. Așa după cum s-a mai arătat, parametrii Kt au fost stabiliți pe bază de cercetări de durată efectuate în rețeaua experimentală ICITID pentru toate zonele interesate la irigații. Aceștia pot fi îmbunătățiți în continuare prin cercetări.

Tot în vederea stabilirii momentului udării amintim faptul că este necesar să se cunoască pentru fiecare caz în parte, caracteristicile fizice și hidrofizice ale solului și, de asemenea, valoarea plafonului minim al umidității solului. Este necesară, de asemenea, o rețea de pluviometre (cel puțin unul la 600 ha), care să acopere întreaga suprafață amenajată pentru irigații. Momentul udării coincide, de fapt, cu data la care rezerva de apă din sol, stabilită prin diferite căi, se apropie de nivelul plafonului minim admis. Avertizarea udării se face însă cu câteva zile mai devreme de atingerea acestui plafon, pentru a se crea condițiile organizatorice necesare.

Pleșa și colab. (1986) recomandă declanșarea primelor udări în avans față de data rezultată din calcul, cu 2/3 din durata de udare din luna de vârf, cu aplicarea de norme de udare variate (în funcție de rezerva de umiditate), până la atingerea normei de udare prevăzută în proiect. Autorul citat consideră că, în acest mod, se poate asigura la primele două udări o economie de apă și de energie de cca 13%, se înlătură pierderile de apă prin percolare în adâncime, prevenindu-se astfel și excesul de apă cu efecte dăunătoare atât asupra culturii irigate, precum și asupra evoluției solului. Aceste avantaje contrabalansează unele mici greutăți organizatorice legate de aplicarea normelor de udare variabile (este vorba doar de primele), respectiv de stabilirea și urmărirea modului în care se respectă durata udării.

Procedee și aparatură folosite pentru efectuarea investigațiilor punctuale asupra rezervei de apă din sol

S-a specificat anterior cazurile în care se intervine cu asemenea mijloace, care sunt de altfel *complementare metodei de bază, respectiv cea a utilizării evaporimetrelor de tip Bac clasa A.*

Ca urmare, determinările prin investigaţii directe asupra solului, utilizate în cazurile anterior menţionate, folosesc o aparatură foarte diversificată. Ne vom referi în continuare la unele din cele mai importante, cu perspectivă de utilizare şi în ţara noastră.

O descriere detaliată a aparaturii folosită în acest scop, o clasificare a metodelor şi procedeelor, precum şi rezultate ale unor numeroase încercări sunt prezentate în lucrarea: *„La mesure de l`humidite du sol, application aux problemes d`hidraulique agricole", întocmită de M. Normand şi editată de „Centre National d`Etudes et de Recherches Tehnologiques pour l`Agriculture, les Forets et l`Equipement Rural"(CERAFER)-Franţa (1970).* În continuare, în ceea ce priveşte categorisirea metodelor şi aparaturii, se ţine seama de această lucrare, în care considerăm că prezentarea acestora este suficient de completă şi utilă pentru specialiştii lucrând în acest domeniu şi din ţara noastră.

Prima clasificare, pe care o face autorul mai sus citat, are în vedere două mari categorii: pe de-o parte, metodele care necesită *prelevarea de probe de sol* supuse determinărilor de umiditate, iar pe de altă parte, *metodele care permit stabilirea conţinutului de umiditate a solului, in situ.* Vom reda mai detaliat acele mijloace care, aşa cum am specificat, prezintă interes practic pentru condiţiile şi posibilităţile de aplicare în ţara noastră.

1. *Determinarea umidităţii prin prelevare de probe de sol.* Stabilirea conţinutului de umiditate poate fi efectuată fie extrăgând apa în diverse moduri, fie luând în consideraţie variaţia unei proprietăţi a probei influenţată de conţinutul de umiditate, fără a se urmări extragerea apei.

a. *Procedee folosind extracţia apei.* Extracţia apei se realizează în trei moduri: acţionând cu căldură, utilizând un lichid absorbant sau folosind reacţia chimică a unui corp cu apa.

- *Folosirea căldurii pentru extracţia apei.* Aici se include procedeul care foloseşte etuva, cunoscut la noi în tara sub denumirea de *„procedeu gravimetric"*. Tot aici se mai includ procedeele prin care apa este extrasă printr-o flacără produsă cu ajutorul alcoolului, sau prin folosirea razelor infraroşii.

Procedeul gravimetric. Este folosit în mod frecvent în ţara noastră pentru diferite scopuri. La noi se produce în mod curent aparatura necesară (etuva pentru uscarea probelor, sonda pentru recoltare, fiole pentru depozitare, balanţe pentru cântărire etc.). În domeniul irigaţiilor, aşa după cum s-a mai arătat, este folosit pentru stabilirea rezervei de apă la începutul sezonului de irigat (Ri), precum şi, eventual, la unele verificări pe

parcursul exploatării. Adâncimea totală de recoltare a probelor corespunde cu aceea prevăzută a se realiza prin irigare. În cadrul acesteia se au în vedere mai multe straturi de sol, diferenţiat genetic sau în lipsa unor studii în acest sens, pe grosimi de 20-30 cm, după caz. Este important a se avea în vedere faptul că sondajele pentru recoltarea probelor de sol să nu se efectueze din acelaşi punct, orificiile rămase după scoaterea sondei se astupă bine cu pământ mărunţit, de regulă amestecat cu paie, pentru a fi identificate atunci când se revine la prelevarea următoare. Solul recoltat, se amestecă pe o scândură sau pe o bucată de placaj, pentru realizarea unei uniformizări cât mai bune. În situaţia solurilor care nu permit mărunţirea şi, respectiv, amestecul la anumite stări de umiditate, probele se fracţionează fiecare în două sau patru, după care se introduc în fiole de aluminiu. Este foarte important ca această operaţie să se efectueze într-un timp cât mai scurt pentru a se preveni pierderea apei, posibilă la contactul solului cu aerul. După închidere, fiolele se înregistrează în carnet şi după aceea se introduc în lădiţe de teren. Pentru a se avea mai multa siguranţă în exactitatea datelor, este recomandabil să se procedeze la parafinarea fiolelor, mai ales în cazul distanţelor mari de transport, sau când este nevoie să se întârzie în teren din anumite motive. În laborator probele recoltate se cântăresc şi se înscriu în registrele destinate urmăririi dinamicii umidităţii solului. Imediat se introduc apoi în etuvă unde trebuie să stea 8 ore la o temperatura de 105^0 C, care în cazul unui sol cu un conţinut foarte scăzut de materie organică poate creşte la 150^0 C cu reducerea timpului de menţinere în etuvă, la 4 ore.

După ce sunt scoase din etuvă, se procedează din nou la cântărirea probelor, după care se trece apoi la calculul propriu-zis al umidităţii solului (U), folosind una din relaţiile următoare:

$$U\% = \frac{apa(g)}{sol\ uscat(g)} \times 100$$

sau,
$$U\% = \left[\frac{sol\ umed(g)}{sol\ uscat(g)} - 1\right] \times 100$$

Pentru determinarea umidităţii pe profilul de sol, se face media ponderată, în funcţie de grosimea stratului de pe care s-au prelevat probele.

- *Extracţia apei prin folosirea unor lichide şi prin reacţia chimică.* Se poate folosi în acest scop soluţia de clorură de calciu şi alcool. În cazul alcoolului se utilizează două metode: una densimetrică prin care alcoolul este titrat înainte şi după ce a fost pus în contact cu solul, aşa cum se pro-

cedează și în cazul clorurii de calciu. Metoda a doua se sprijină pe variația conductibilității electrice în funcție de conținutul în umiditate a unei soluții de alcool, de acetonă și clorură de sodiu. Mai sunt și alte metode, folosind dioxanul etc. În ceea ce privește reacțiile chimice, aici se includ cele însoțite de degajare de gaze, precum și de modificări ale temperaturii: clorura de calciu în primul caz și acidul sulfuric în cel de-al doilea.

b. *Printre procedeele pentru determinarea umidității din sol care nu folosesc extracția apei menționăm pe cele utilizând diferența dintre densitatea apei și cea reală a solului.* Aici se include: procedeul având la bază presiunea hidrostatică, cel utilizând picnometrul cu apă, precum și procedeul utilizând picnometrul cu aer.

Printre procedeele pentru determinarea umidității solului care nu folosesc extracția apei menționăm și pe cele care se bazează pe *absorbția diferitelor radiații*, cum ar fi: rezonanța magnetică nucleară, hiperfrecvența, reflexia razelor infraroșii, absorbția razelor gamma, ultrasunetelor etc.

2. *Determinarea umidității solului in situ.* Prin procedeele incluse în această categorie, umiditatea este măsurată direct în sol fără prelevare de probe.

Procedee nucleare. Aici se înscriu cele bazate pe aplicațiile radioactivității: interacțiunea neutronilor cu materia, absorbția razelor gamma, variația radioactivității naturale a solului etc.

Procedeul neutronic. Acest procedeu se bazează pe aceea că neutronii rapizi emiși de o sursă radioactivă sunt puternic încetiniți de către nucleele de atomi de hidrogen prezenți în sol. Elementul cel mai activ care contribuie la încetinirea neutronilor rapizi este hidrogenul, fiind prezent în sol sub formă de molecule de apă, în principal. Neutronii lenți sunt detectați de un contor care furnizează impulsuri al căror număr este în funcție de cantitatea de atomi de hidrogen pe unitatea de volum a solului, care, la rândul ei, este în funcție de conținutul volumetric de apă din sol. Pentru investigațiile privind umiditatea solului se utilizează *sonda cu neutroni,* care în prezent se fabrică și în țara noastră, asupra căreia vom reveni în continuare atât în ceea ce privește aspectele constructive cât și funcționale. Ca multe aparate utilizate în acest scop, *sonda cu neutroni* trebuie calibrată, folosind în paralel un alt procedeu, cum ar fi, spre exemplu, cel gravimetric.

În țara noastră, o contribuție importantă în ceea ce privește folosirea sondei cu neutroni în determinările privind dinamica umidității solului pe terenurile irigate și neirigate a avut-o prof. C. Domuța.

Astfel, într-un studiu minuțios, desfășurat pe o lungă perioadă de timp, autorul menționat ajunge la concluzia că sub adâncimea de 50 cm metoda neutronică asigură determinarea umidității solului cu o foarte bună precizie. Totodată, constată că pe stratul de la 0-50 cm se observă abateri importante față de situația reală (C. Domuța, 2000). Acestea probabil produse de factori subiectivi (antropici de regulă), cum ar fi lucrările culturale, fertilizări etc. Trebuie menționate în acest context rezultatele deosebite ale cercetărilor privind utilizarea irigațiilor în Câmpia de Vest a Transilvaniei, cum ar fi cele privind bilanțul apei în sol, prognoza irigațiilor, efectul secetelor asupra culturilor agricole etc., cercetări efectuate de C. Domuța în câmpul experimental din Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Oradea.

Se poate considera, în concluzie, că procedeul neutronic poate fi utilizat cu succes în investigațiile privind rezerva de umiditate din sol. Așa după cum am mai arătat, sonda trebuie calibrată pentru fiecare tip de sol unde este utilizată. Se întocmesc astfel curbe de calibrare caracteristice situațiilor concrete date. În cadrul acestui procedeu se folosește sonda cu neutroni, care este prevăzută cu o sursă de neutroni rapizi, de regulă Radium Beryllium, sau Americium Beryllium. Pentru stabilirea umidității, această sursă se introduce într-un tub de aluminiu amplasat în sol, cu caracter stabil. Principiul de funcționare a sondei se bazează pe relația dintre numărul neutronilor lenți și conținutul de apă al solului. La rândul lor, neutronii lenți se formează în urma coliziunii neutronilor rapizi cu neutronii din sol. Prin ciocnire, neutronul pierde energia sa, care este cedată norului țintă, ce se traduce printr-o impulsie de recul. Printr-o succesiune de ciocniri, neutronul rapid și de energie înaltă pierde o parte din viteza sa, pentru a rezulta neutronul lent situat în zona de energie termică. Ca urmare a acestui proces, se formează un nor de neutroni lenți care devin constanți într-un timp foarte scurt (0,01 secunde). Numărul acestora depinzând de numărul moleculelor de apă din sol, se folosește o scală care nu este influențată de neutroni rapizi și nu reacționează decât la cei lenți, în felul acesta numărul neutronilor raportați la unitatea de timp, reprezintă o indicație a concentrației în atomi de hidrogen. Citirile diferă în funcție de textura solului.

Valorile mai mari se întâlnesc în solurile cu textura fină. O influență asupra citirilor o are și conținutul solului în anumite substanțe, cum ar fi magneziul, clorul, cadmiul, litiul sau borul. De regulă, acestea sunt în cantități mici, la limita de neinfluență. Scala constă dintr-un contor digital care include un aparat de măsurat radiațiile ce înregistrează continuu numărul de impulsuri primite.

Hidrogenul se poate afla în sol sub formă de apă şi materie organică. De fapt, materia organică nu produce decât 5% hidrogen, de aceea influenţa acestuia este practic nesemnificativă în marea majoritate a solurilor şi poate fi considerată constantă într-un anumit tip de sol. Viteza neutronilor lenţi este deci în funcţie de cantitatea de apă din sol, dar încetinirea neutronilor este practic identică indiferent de tipul de apă; trebuie avut în vedere faptul că în cadrul acestui proces nu intervine doar apa liberă, ci şi apa legată, precum şi apa de constituţie.

În ceea ce priveşte sursele folosite, acestea funcţionează în reacţie (a, n), emiţătorii a putând fi: Radium, Polonium, Americium, Plutonium sau Actinium. Aşa după cum s-a specificat anterior, cele mai utilizate sunt: Radium-Beryllium şi Americium-Beryllium.

Sursa Radium-Beryllium are cel mai bun randament în neutronii rapizi, cu o perioada foarte lungă (1620 ani), dar prezintă inconvenientul de a emite simultan raze γ, fapt care impune protejarea nu numai a detectorului de neutroni lenţi, dar şi a personalului care foloseşte aparatele. Blindajul de plumb necesar măreşte inconvenientul legat de greutatea aparatului. Sursa Americium-Beryllium emite pentru aceeaşi activitate un flux de neutroni de şase ori mai mare, în timp ce emisia de raze γ este foarte slabă. Perioada acestora este foarte lungă (458 ani). Sursele Plutonium-Beryllium emit, de asemenea, puţine raze γ, dar perioada lor este scurtă (138 zile) (Perrier, citat de Normand, 1970).

În ţara noastră, sonda cu neutroni se construieşte la Institutul de Fizică şi Inginerie Nucleară. Conţinutul de umiditate volumetric se măsoară în procente. Mărimea de ieşire, respectiv rata de numărare R, se măsoară în număr de impulsuri pe durata de 30 secunde. Traductorul este calibrat pe probe de nisip cu dozare de apă de 3% până la 25% cu umiditate volumetrică sau pe simulatoare de umiditate a nisipului realizate din amestec de nisip cu alaun. Traductorul este un aparat electronic realizat cu circuite integrate şi tranzistoare. Este alimentat de la un numărător de impulsuri tip NNP-78 omologat. Sursa radioactivă este constituită din neutroni rapizi cu fluxul cuprins între 5×10^4 n/s şi 10^5 n/s. Alegerea sursei s-a făcut pe considerentul unei sensibilităţi bune la măsurarea umidităţii şi a unui fond de radiaţii reduse în scopul reducerii greutăţii containerului de protecţie şi încadrarea dozelor de radiaţii în normele de protecţie în vigoare pentru instalaţiile portabile. Traductorul radiometric (TR) este constituit dintr-un bloc container tehnologic şi un bloc electronic de prelucrare a impulsurilor. Blocul container este realizat din duramit care permite protecţia biolo-

gică pentru sursa de neutroni încorporată, precum şi funcționarea tehnologică a traductorului de umiditate. Sursa de neutroni folosită este de tip Am-Be sau Po-Be şi are un flux de neutroni de 5×10^4n/s...10^5 n/s. Blocul electronic situat în capul sondei de umiditate are rolul de a prelucra impulsurile furnizate de detector în semnale de tip pozitiv care sunt înregistrate de numărător. Blocul electronic conține cartele pe care sunt imprimate circuitele electronice pentru sursa de tensiune înaltă, precum şi circuitul de amplificare-discriminare. Sursa de tensiune înaltă furnizează tensiunea pozitivă de 1400 V pentru alimentarea detectorului. Alimentarea traductorului se face de la numărătorul de impulsuri care funcționează corect pentru valori ale tensiunii de alimentare cuprinse între 4,6 V şi 6,5 V. Când tensiunea scade sub 4,6 V se întrerupe afişarea ratei de numărare, iar pe cadranul de afişare apar puncte roşii în regiunea „baterii descărcate". Eroarea de bază a aparatului este de ± 1,2% umiditate, pentru un nivel de încredere de 95%.

Timpul de preîncălzire este de 10 minute. Eroarea de reproductibilitate este în limitele erorii statistice pentru un nivel de încredere de 95%.

Condițiile nominale de funcționare pentru traductorul de umiditate: umiditatea relativă maximă 80%; presiunea atmosferică, 860-1060 mbari.

Traductorul trebuie ferit în funcționare de şocuri, zdruncinături şi căderi.

Aparatul corespunde clasei B în clasificarea aparatelor cu sursă de radiație.

Locul de muncă al operatorului trebuie se fie la distanța minimă de un metru față de aparat. În timpul utilizării aparatului trebuie să se evite prezența altor surse de neutroni pe o rază de 5 m în jur. În timpul transportului şi în depozit, traductorul cuprinzând containerul tehnologic va trebui să fie cu sursa de radiații în poziția închisă blocată şi în cutia de transport. Traductorul este astfel realizat încât să poată fi utilizat 8 ore pe zi.

Procedeul gammascopic. Ca şi în cazul măsurării prin probe recoltate, această metodă se bazează pe legătura dintre absorbția unui fascicol de raze gamma de către sol şi conținutul de umiditate a solului.

Procedee bazate pe variația de tensiune a solului. Este cunoscut faptul că energia de reținere a apei de către sol variază în funcție de conținutul în apă al acestuia (pe măsură ce solul se usucă se măreşte tensiunea sau forța de sucțiune).

Procedeul tensiometric. Procedeul se bazează pe modificările tensiuni apei din sol în funcție de grosimea stratului de apă care înconjoară particulele de sol. Elementul detector îl reprezintă un corp poros din ceramică

conceput independent de Gardner și Richards. La acest element este racordat un manometru, legătura făcându-se printr-un tub vacuumetric. Aparatul mai frecvent utilizat poartă denumirea de *tensiometru* și se confecționează pentru diferite adâncimi, se amplasează în locuri unde se are în vedere determinarea umidității. Atât corpul poros, cât și tija de legătură conțin apă; contactul dintre corpul poros și sol se face astfel încât apa din acesta și sol să fie în contact permanent, creându-se astfel un echilibru hidraulic. Mecanismul funcționării se produce astfel: când solul se usucă absoarbe apa prin corpul poros (prin porii acestuia). Astfel, tensiunea care se dezvoltă crește pe măsura uscării solului, scăzând apoi în cazul umezirii, apa pătrunzând în corpul poros. Și aceste aparate necesită a fi calibrate, datele fiind influențate de textura și structura solului. Gradația zero la manometru indică un sol lipsit de apă, iar tensiunea maximă pe care o poate măsura tensiometrul este de cca un bar (0, 987 atmosfere).

Acest aparat funcționează bine la tensiuni scăzute ale apei în sol deci la umidități ridicate.

Tensiometrul trebuie amplasat astfel încât corpul poros să fie în zona rădăcinilor active în strâns contact cu solul. De regulă, se folosesc câte două, incluzând astfel două adâncimi. În cazul irigării prin aspersiune trebuie să se țină seama de modul cum este distribuită apa din aspersor, alegându-se locurile reprezentative.

Înainte de montarea tensiometrului în câmp trebuie să se aibă în vedere o serie de precauțiuni: se realizează mai întâi umplerea cu apă care nu trebuie să conțină aer, de aceea se impune fierberea acesteia în prealabil. Este de preferat apa distilată. În cazul în care apa nu se fierbe sau nu se introduce într-un sistem de vid pentru absorbirea aerului, pot apărea bule de aer care denaturează citirile. La tensiometrul cu manometru cu mercur se introduce mercurul în tub, după care apa este introdusă sub presiune. Eventualele pierderi de presiune se controlează cu ajutorul unei pompe. Aparatul se consideră în stare bună de funcționare atunci când mercurul se ridică în manometru până la valoarea de 70 centibari fără să apară bule de aer. La introducerea în pământ se are grijă să se realizeze un contact perfect între corpul poros și sol. Este indicat ca citirile la tensiometru să se facă dimineața devreme, când mișcarea apei în sol și în plantă este foarte mică, existând o stare de echilibru.

În ceea ce privește reumplerea tensiometrului, aceasta este bine să se facă imediat după udare, când a fost recuperată cea mai mare parte a cantității de apă și când tensiunea este redusă. Durata elementului detector

depinde de mai mulţi factori, printre care şi frecvenţa scoaterii din sol, mai ales în cazul solurilor calcaroase şi a celor cu conţinut ridicat de săruri.

În afară de tipul de tensiometru anterior descris, în prezent există un important număr de tipuri, folosind detectori diferiţi şi alte lichide rezultând astfel şi o gamă diversificată de modele diferenţiate constructiv şi de cele mai multe ori mai performante decât cel descris.

Procedee bazate pe proprietăţile electrice ale solului. Anumite proprietăţi electrice ale solului se modifică, ca urmare a variaţiilor de umiditate, în special rezistivitatea electrică şi constanta electrică.

Procedeul bazat pe variaţia rezistivităţii electrice. În cadrul acestui procedeu se folosesc aparate alimentate de la o sursă electrică care permit determinarea rezervei de apă din sol, cuprinsă în cadrul intervalului umidităţii active. Principiul de funcţionare al acestor aparate se bazează pe relaţia dintre rezistenţa sau conductibilitatea electrică a solului şi umiditatea acestuia. Rezistenţa solului este foarte ridicată în stare uscată şi redusă în cazul solului umezit.

Elementul detector este constituit din doi electrozi încorporaţi în blocuri de gips care se introduc în sol la adâncimile dorite, unde rămân pe tot parcursul perioadei de vegetaţie. Pentru protejarea electrozilor, uneori se foloseşte o soluţie specială având la bază produse polimerice. Un tip de aparat utilizat şi la noi în ţară este cunoscut sub denumirea de Bouyoucos BN-2A. Legătura între cei doi electrozi şi aparat se face prin doi conductori care la suprafaţa solului se cuplează la bornele aparatului. Aparatul are o scală, în cadrul căreia gradaţia de la limita inferioară corespunde cu umiditatea echivalentă coeficientului de ofilire, iar gradaţia 100 reprezintă umiditatea de sol la nivelul capacităţii de câmp. Înainte de utilizare trebuie calibrat în funcţie de tipul textural de sol. Aparatul nu poate fi folosit cu rezultate bune în solurile nisipoase datorită contactului insuficient dintre blocurile de gips şi sol. De asemenea, rezultatele sunt influenţate de concentraţia în săruri solubile a soluţiei solului şi temperatură, având în vedere că rezistenţa electrică a solului depinde în afară de conţinutul în apă şi de gradul de mineralizare a soluţiei de sol. Ca urmare, unele erori pot proveni şi datorită substanţelor fertilizante care se introduc în sol. În principal, din această cauză cei doi electrozi sunt izolaţi prin blocurile de gips. Metoda se bazează pe capacitatea de tamponare a gipsului, ca urmare a prezenţei în permanenţă a unei soluţii saturate de sulfat de calciu în blocurile de gips. Această soluţie face ca electrodul din interiorul blocului să nu poată fi modificat decât de o concentraţie foarte mare de săruri. Aparatul are o pre-

cizie mai mare la umidități scăzute corespunzătoare unei forțe de sucțiune a solului cuprinsă între 15 și 1 atm. Prin înlocuirea gipsului cu nailon sau cu vată de sticlă, transferul de umiditate se face în acest caz mai greu.

În vederea calculării umidității în procente din greutatea solului uscat (U%) se poate folosi formula elaborată de Al. Teodoriu (1968):

$$U = \frac{citire\ la\ aparat}{100} \times (CC - CO) + CO$$

Un avantaj al acestui procedeu este că numai blocurile de gips sunt amplasate stabil în teren, aparatul putând fi folosit pentru un număr mare de puncte, pentru controlul umidității.

Stabilirea momentului udării în funcție de citirile la aparat diferă în funcție de tipul de sol. Astfel, pentru solurile ușoare, udările se programează înainte ca aparatul să atingă gradația 50, în timp ce pentru cele grele udările se aplică cu mult sub această valoare.

În funcție de tipul de sol, orientativ, se pot folosi valorile indicate mai jos, pentru condițiile țării noastre (tabelul 3.6).

Tabelul 3.6

Textura	Citirea la aparat
Nisipoasă	75
Luto-nisipoasă	62
Nisipo-lutoasă	50
Luto-nisipoasă fină	46
Luto-nisipoasă foarte fină	43
Lutoasă	40
Luto-mâloasă	30
Luto-argiloasă	27
Luto-argiloasă-nisipoasă	25

În legătură cu aparatul descris se face mențiunea că a fost luat în considerare numai pentru a se face referire la faptul că există și un alt principiu care stă la baza determinărilor de umiditate. Ca și în cazul tensiometrelor, în prezent poate exista o aparatură mai performantă după cum este și firesc.

Mai sunt și alte procedee însă mai puțin folosite, dintre care amintim: procedeul termic, optic, higrofotografic, precum și cel utilizând proprietățile mecanice ale solului.

Din cele prezentate anterior rezultă multitudinea de procedee și tipuri de aparate, care pot fi utilizate pentru stabilirea prin investigații directe a rezervei de apă din sol. Așa cum prezintă și autorul anterior menționat după care au fost preluate metodele inclusiv modul de clasificare, mai există încă multe altele dintre care unele în curs de perfecționare sau de adaptare pentru nevoile irigației. Oricum, o parte din aparatura care s-a prezentat

aici poate fi folosită şi în alte domenii, cum ar fi: în construcţii sau pentru determinarea conţinutului în apă al plantelor (în frunze, tulpini sau fructe).

În tratarea diferitelor procedee, în prezenta lucrare s-a insistat mai mult asupra celor mai frecvent utilizate şi, respectiv, asupra acelora care au unele perspective de a fi utilizate în viitor ţinând seama de scopul urmărit. Chiar dacă metoda extrapolării datelor rezultate din parcela de control nu se utilizează curent în prezent pentru determinarea momentului udării, la începutul campaniei de irigaţie, pentru stabilirea rezervei de apa din sol, aşa-zisă „rezervă de start", este necesar a se face apel la aceasta. Ca urmare, se impune şi dotarea fiecărui centru de avertizare cu aparatura necesară şi pentru investigaţiile punctuale.

3.3. ELEMENTELE TEHNICE ALE BILANȚULUI APEI ÎN SOLURILE IRIGATE ŞI NEIRIGATE, ÎN DIFERITE CONDIȚII PEDOCLIMATICE DIN ROMÂNIA

Principalele elemente ale bilanţului apei în sol, aşa după cum s-a arătat şi în capitolul II, sunt: rezervele de apă din sol (iniţială şi finală), precipitaţiile utile, normele de irigaţii, aportul freatic şi consumul de apă (E + T).

În practica irigaţiei, *consumul de apă* al plantelor este principalul parametru al bilanţului apei din sol, a cărui cunoaştere cât mai exactă se impune cu necesitate, întrucât acesta are implicaţii directe în dimensionarea componentelor sistemelor de irigaţii (canale deschise, reţele de conducte îngropate, staţii de pompare, construcţii hidrotehnice anexe etc.), de care depind cu ponderea cea mai importantă atât cantităţile de materiale, cât şi în final, volumul de investiţii. În exploatare, acesta este, de asemenea, un element indispensabil mai ales în stabilirea momentului udării şi a cantităţilor de apă care trebuie să se administreze prin irigaţii (prognoza şi programarea udărilor în sistemele de irigaţii). Aşa se explică de altfel numeroasele preocupări atât la noi în ţară, cât şi peste hotare, concretizate într-un mare volum de investigaţii şi cercetări orientate pe această direcţie, desfăşurate atât în trecut cât şi în prezent.

De la început, trebuie precizat că datele privind consumul de apă al plantelor şi cele care privesc celelalte elemente ale bilanţului apei în sol, depind strict de condiţiile locale (climă, sol, hidrogeologie etc.), drept pentru care acestea trebuie stabilite prin investigaţii directe pentru condiţiile concrete date. Literatura străină în domeniu este utilă eventual pentru îmbunătăţirea metodologiilor de lucru (dar şi aici ceea ce se potriveşte), pentru unele elemente orientative, pentru comparaţii etc., dar numai atât. Datele,

așa după cum am arătat, servesc în proiectarea și exploatarea amenajărilor, făcând obiectul unor cercetări a căror desfășurare trebuie să se producă în zona în cauză. Este de menționat și faptul că în legătură cu elementele bilanțului apei în sol se ridică și unele probleme privind protecția mediului și a solului în special, problemă a cărei importanță este bine cunoscută, asupra căreia se va mai reveni pe parcursul acestei lucrări.

Cercetările de acest gen, la noi în țară, au fost începute de M. Botzan în două amplasamente (Mărculești – Călărași și Studina - Olt) încă din 1945 și continuate apoi la stațiunile experimentale Moara Domnească – Ilfov și Brăila. Ulterior, odată cu trecerea de la amenajarea marilor sisteme de irigații, mai ales după 1970, s-a pus problema creării unei rețele de câmpuri experimentale care prin poziția geografică, prin tematică și prin dotare, să corespundă atât cerințelor proiectării (dimensionarea componentelor amenajărilor), cât și activității de exploatare (prognoza și programarea udărilor). Amplasamentul acestor câmpuri experimentale a fost astfel conceput încât să fie reprezentativ pe cât posibil pentru toate condițiile pedoclimatice din zonele interesate la irigații din țara noastră, cu accent pe partea de sud și sud-est a țarii, unde se întâlnesc și zonele cele mai secetoase. Înființarea acestei rețele de câmpuri experimentale s-a făcut eșalonat în timp, concomitent cu extinderea amenajărilor, ținându-se seama și de perspectiva apropiată sau mai îndepărtată, în funcție și de posibilitățile materiale, precum și de cele privind asigurarea cu personalul de cercetare. Pentru ca rezultatele să răspundă scopului urmărit, științific fundamentat, s-a procedat în consecință, după o temeinică documentare în problemă legat de modul de abordare, ținând seama și de stadiul pe plan mondial pe de o parte, iar pe de altă parte având în vedere realitățile de la noi din țară, legate de cerințele proiectării și exploatării inclusiv prevenirea unor efecte negative în ceea ce privește evoluția solurilor.

Astfel, s-a mers pe o tematică unitară, o schemă de amenajare standardizată, măsură care a fost aplicată și în câmpurile existente. Aceasta pentru ca problema să fie rezolvată în mod unitar la nivelul întregii țări. Totodată, s-a redus suprafața fiecărui câmp din cele existente și s-a renunțat la mijloacele rudimentare pentru măsurarea și distribuirea apei (exemplu: sifoanele mobile etc.). Această cercetare cu caracter staționar și de durată s-a efectuat inițial în cadrul fostului Institut de Cercetări pentru Pedologie și Îmbunătățiri Funciare (ICIFP) și apoi ca urmare a unor modificări organizatorice a continuat la Institutul de Cercetare și Inginerie Tehnologică pentru Irigații și Drenaje (ICITID) de la Băneasa – Giurgiu. Respectivele câmpuri de cercetare au fost înființate cu precădere în stațiuni experimentale aparținând Academiei de Științe Agricole și Silvice. În zonele în care au lipsit

aceste staţiuni, s-au amplasat, după posibilităţi, în unităţi de producţie foste I.A.S.-uri, C.A.P.-uri, Centre de Încercare a Soiurilor (C.I.O.S.) etc. Aşa după cum am arătat, dezvoltarea acestei reţele de cercetare s-a făcut eşalonat, de fapt în trei mari etape după cum urmează: o parte încă din anii 1970, apoi în jurul anilor 1975, 1980 şi 1985.

Amenajarea pentru irigaţii a acestora s-a realizat, după cum s-a mai spus, folosindu-se o schemă standardizată care a avut în vedere în primul rând măsurarea riguroasă a apei şi distribuţia uniformă a acesteia la plante (N. Grumeza, 1974, 1978). În acest scop s-a prevăzut o reţea de conducte metalice îngropate pentru transportul apei în teren, precum şi conducte din metal plastic perforate cu diametrul mic (cca 1"), pentru difuzarea apei la plante. Măsurarea apei s-a prevăzut a se face volumetric cu ajutorul unor bazine metalice calibrate, suspendate la înălţimea de 1,5 – 2 m, pentru crearea şi a presiunii necesare ajungerii apei la plante (fig. 3.6).

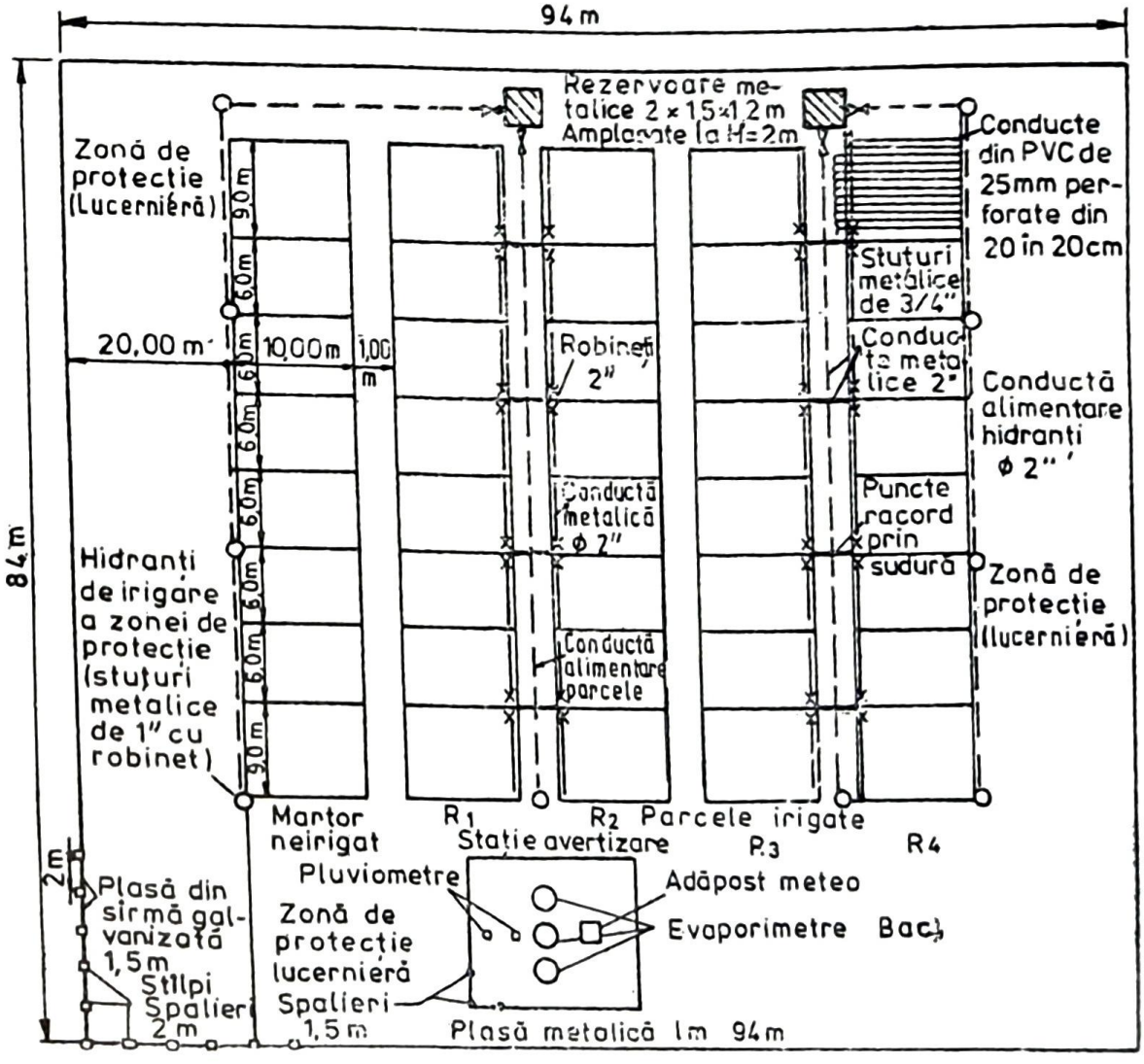


Fig. 3.6. Instalaţie de irigare utilizată în câmpurile experimentale ale I.C.I.T.I.D.

Culturile avute în vedere în aceste câmpuri experimentale au fost cele mai utilizate în zonă, de regulă în număr de 9: grâu, porumb, soia, fasole, floarea-soarelui, sfeclă de zahăr, lucernă, cartoful şi porumbul siloz, cultura a doua după grâu. Soiurile folosite, inclusiv tehnologia de cultură (fertilizări, distanţe de semănat, arături, tratamente fitosanitare etc.) au fost cele recomandate de unităţile de cercetare de profil din zonă. Suprafaţa parcelelor elementare este de 60 m^2, fiecare aşezate în 4 repetiţii, dispuse randomizat. Suprafaţa totală a unui asemenea câmp este de cca 1 hectar, în care se include experienţa propriu – zisă şi zona de protecţie însămânţată cu o cultură de talie joasă, de regulă lolium sau lucernă. Se evită amplasarea acestor câmpuri în apropierea unor obstacole cum ar fi clădiri, şure de paie, arbori cu talie înaltă etc. În zona de protecţie este amplasată staţia meteo, inclusiv aparatura pentru cercetarea evaporaţiei (evaporimetrele). Aceasta întrucât, concomitent cu urmărirea consumului de apă [Σ(E+T)], se fac observaţii şi asupra evaporaţiei, date strict necesare pentru obţinerea parametrilor necesari metodologiei de prognoză şi avertizare a udărilor în amenajările de irigaţii.

S-au utilizat în acest scop două tipuri: „evaporimetrul tip Bac clasa A" şi „Piche". În câteva amplasamente (Dor Mărunt, Băneasa-Giurgiu şi Berceni) s-a folosit şi tipul „Colorado", îngropat cu nivelul apei la nivelul solului.

În aceste câmpuri de cercetare, *consumul de apă* se stabileşte pe baza unui *bilanţ lunar* care are în componenţă *rezervele de apă iniţiale şi finale,* precipitaţiile înregistrate (≥ 5 mm), precum şi udările aplicate. Rezerva iniţială este cea de la însămânţare, iar finală se consideră cea înainte de recoltat. Acelaşi model de bilanţ se utilizează după cum se va vedea şi în metodologia de stabilire a necesarului de apă pentru dimensionarea sistemelor de irigaţii în proiectare, ca şi în stabilirea momentului udării şi a cantităţilor de apă care se administrează prin irigaţii (prognoza şi avertizarea udărilor) în exploatare. În felul acesta se creează premizele unei utilizări raţionale a apei de irigat, pornind de la necesarul real de apă al plantelor pentru zona în cauză, în funcţie de care se dimensionează componentele sistemelor de irigaţii şi apoi se stabilesc şi parametrii necesari folosirii apei la irigarea culturilor. Toate acestea pornind de la un element comun (consumul de apă al plantelor), circumscris într-o metodologie unitară care se referă la acele activităţi (cercetare, proiectare şi exploatare), care concură la realizarea dezideratului final şi anume: obţinerea unor producţii mari, stabile şi de bună calitate prin aplicarea celei mai importante măsuri de combatere a secetelor.

Revenind la activitatea din câmpurile de cercetare la care ne-am referit, rezerva de apă din sol se urmăreşte prin folosirea de regulă a metodei gravimetrice (pe adâncimea de udare) prin determinări din 10 în 10 zile, după fiecare udare şi după ploi mai mari de 5 mm la variantele irigate. Pentru întocmirea bilanţului lunar, aceste determinări se fac pe o adâncime totală de 1,5 m, atât în variantele irigate cât şi în variante martor neirigate. Recoltarea probelor în ambele cazuri se efectuează pe orizonturi genetice sau pe straturi în grosime de 0,20 m. În urma cercetărilor efectuate de C. Domuţa (1994, 1995 şi 2000) a rezultat că pentru stabilirea rezervei de umiditate a solului se poate utiliza cu rezultate foarte bune *sonda cu neutroni*, în special pentru adâncimi mai mari de 0,50 m. Procedând în acelaşi mod pentru adâncimi mai mici, datele de cercetare indică unele erori, datorită probabil structurii modificate a solului în urma lucrărilor culturale curente, precizează autorul menţionat. În momentul în care rezerva de apă din sol se apropie de *plafonul minim* se procedează la aplicarea udării.

În ceea ce priveşte plafonul minim corespunzător fiecărui amplasament, unde se efectuează cercetări privind consumul de apă, acesta a fost determinat prin cercetări anterioare privind regimul de irigaţie, cercetări efectuate, de asemenea, în câmpuri experimentale staţionare şi de durată ale ICITID, având în atenţie în principal variante legate de plafonul minim şi de adâncimea de udare. A rezultat în final că pentru majoritatea solurilor din zonele interesate la irigaţii din ţara noastră, plafonul minim cel mai indicat este acela situat la jumătatea intervalului activ adăugat la valoarea coeficientului de ofilire. În cazuri foarte rare şi s-ar putea spune chiar excepţionale, acesta se situează ca fiind superior coeficientului de ofilire cu 2/3 din intervalul umidităţii active (IUA). Se ştie însă că în funcţie de acest plafon variază şi mărimea normei de udare, care trebuie corelată şi cu tehnica de aplicare a udărilor. Or din acest punct de vedere, trebuie să se aibă în vedere toţi factorii care contribuie la aplicarea unui regim de irigare raţional din punct de vedere tehnico-economic. De fapt, din cercetările efectuate în cadrul ICITID privind regimul de irigaţie a rezultat că producţiile culturilor cresc pe măsura urcării rezervei de apă din sol cât mai aproape de capacitatea de câmp, dar aceasta comportă şi creşterea cheltuielilor de producţie, ca urmare a măririi numărului de udări şi bineînţeles a reducerii intervalului dintre acestea. Se ridică, de asemenea, probleme şi în ceea ce priveşte investiţiile privind echipamentul de udare care trebuie să fie adecvat acestor condiţii. Prin urmare, sunt necesare calcule tehnico-economice bine fundamentate până să se ajungă la decizia finală. De fapt, prin aceasta trebuie înţeles că în producţie, spre exemplu, se pot obţine

recolte crescânde pe măsura creşterii umidităţii solului, cât mai aproape de capacitatea de câmp pentru apă, prin folosirea irigaţiilor. Lucrurile vor căpăta altă alură fără îndoială, în momentul când se va introduce pe scară largă mutarea mecanizată a echipamentului de udare (mai ales în cazul aspersiunii), când se va putea opera mai facil în ceea ce priveşte menţinerea rezervei de umiditate din sol la nivelul dorit.

Cercetările privind consumul de apă al plantelor au un caracter de durată, având în vedere tocmai variaţia mare a factorilor climatici, atât în timp cât şi în spaţiu, în condiţiile ţării noastre.

În ceea ce priveşte *distribuţia în teritoriu a câmpurilor experimentale ale ICITID*, având drept scop stabilirea elementelor bilanţului apei în sol şi în primul rând a consumului de apă, s-a ţinut seama de reprezentativitatea pentru principalele zone pedoclimatice, aşa după cum s-a mai arătat. Au rezultat, amplasamentele la care se face referire în cele ce urmează (fig. 3.7). Astfel, în Câmpia Olteniei, s-au executat asemenea câmpuri experimentale la *Caracal* reprezentând Câmpia Caracalului, la *Maglavit-Calafat* pentru vestul Câmpiei Olteniei, iar la *Gogoşu-Mehedinţi* şi *Malu-Mare-Dolj* pentru nisipurile şi solurile nisipoase din Oltenia.

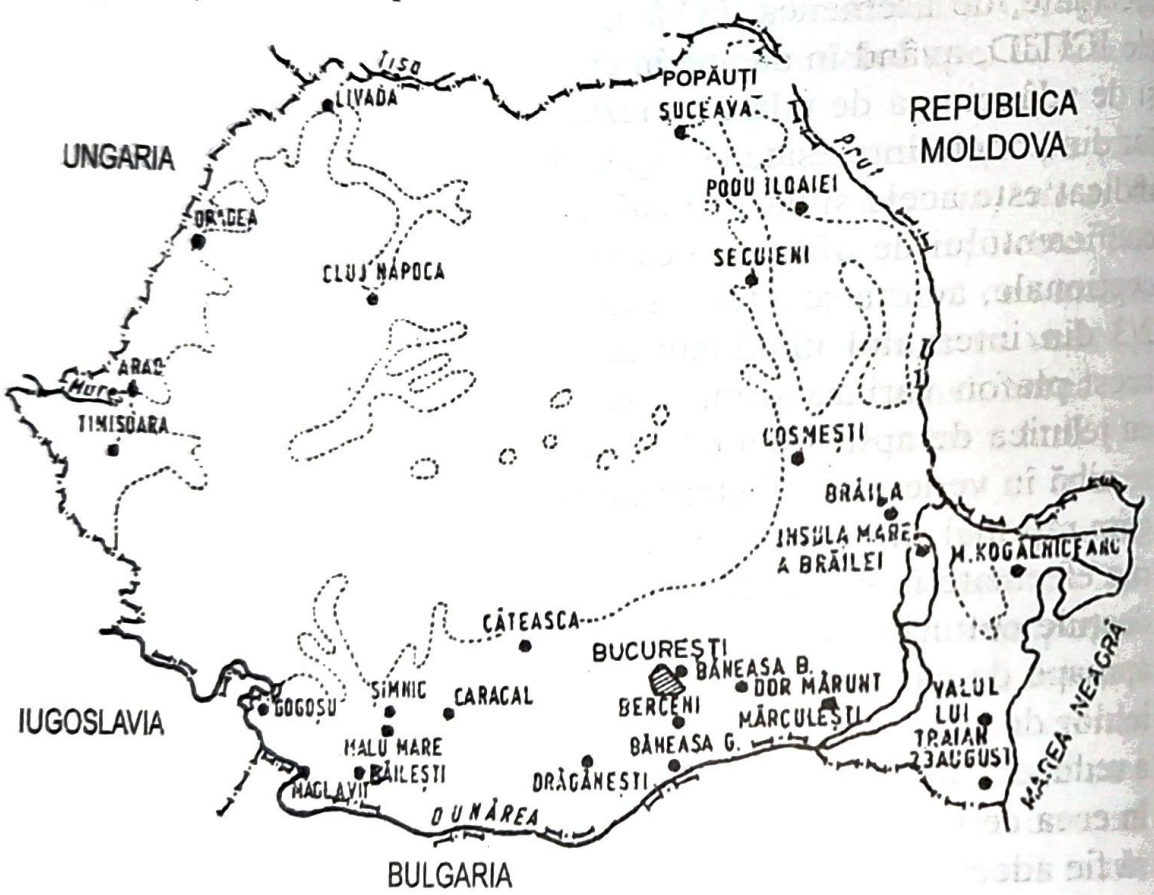


Fig. 3.7. Amplasamentul câmpurilor experimentale privind consumul de apă şi celelalte elemente ale bilanţului apei în sol

Cel mai recent înfiinţat a fost câmpul experimental din staţiunea experimentală agricolă *Şimnic-Dolj*, reprezentativ pentru partea de nord a Câmpiei Olteniei, dominată de soluri brun-roşcate. Într-o zonă oarecum asemănătoare, însă caracteristică pentru solurile vertice, a fost amplasat punctul experimental *Căteasca* în Câmpia Piteştiului. Pentru Câmpia Burnazului sunt reprezentative amplasamentele de la *Drăgăneşti-Teleorman* şi *Băneasa-Giurgiu*. Câmpul experimental de la *Berceni-Ilfov* este situat la interferenţa dintre solurile cernoziomice din Burnaz şi Bărăgan cu cele brun-roşcate extinse până în partea de nord a Bucureştiului. Pentru zonele pedoclimatice din Bărăgan, Dobrogea şi sudul Moldovei au fost executate câmpurile experimentale de la *Mărculeşti* şi *Dor Mărunt, judeţul Călăraşi, Brăila, Valu lui Traian-Constanţa, Mihail Kogălniceanu-Tulcea şi Cosmeşti – Tecuci*. Pentru nordul Moldovei s-au înfiinţat câmpurile experimentale de la *Podu-Iloaiei şi Suceava*. De dată mai recentă a luat fiinţă şi amplasamentul de la *Popăuţi-Botoşani*, reprezentând stepa nordică a Moldovei.

Tot în Moldova, o perioadă mai redusă au mai funcţionat câmpurile experimentale tot ale ICITID în Staţiunile experimentale ale ASAS de la *Secuieni şi Bacău*. Pentru Câmpia de Vest a ţării au fost înfiinţate câmpurile experimentale din staţiunile agricole de la *Arad şi Oradea*, precum şi de la *Timişoara*, iar pentru Podişul Transilvaniei la *Cluj* (ultimele două în colaborare cu Universităţile de ştiinţe Agronomice). Pentru probleme care privesc şi alte aspecte în afara celor legate de consumul de apa al sortimentului compus din cele 9 culturi specificate anterior, menţionăm amplasamentele de la *„23 August-Constanţa*, pentru particularităţile climatice ale zonei litorale, *Insula Mare a Brăilei*, pentru condiţiile Luncii Dunării fără aport freatic, *Zătunu-Galaţi*, pentru condiţii de luncă cu aport freatic şi, de asemenea, *Dăbuleni-Dolj şi Focşani*, pentru studiul consumului de apă la vii şi pomi prin procedee din cadrul metodei de udare localizată. Din cercetările efectuate în câmpurile experimentale anterior amintite, au rezultat, pe lângă consumul de apă, şi respectivele elemente ale bilanţului apei în sol pe terenurile irigate şi neirigate.

În funcţie de anul în care au fost înfiinţate aceste câmpuri experimentale există date de cercetare pe perioade depăşind 25 ani la majoritatea dintre acestea. Dar şi în câmpurile înfiinţate în ultimele perioade sunt date pentru cel puţin 10 ani. Din multiple motive, obiective sau subiective, cele mai multe din câmpurile experimentale la care s-a făcut referire, în mod treptat şi-au încetat activitatea.

După cum s-a văzut din cele anterior prezentate, pentru stabilirea consumului de apă al plantelor, inclusiv a celorlalte elemente ale bilanţului apei

în solurile irigate comparativ cu cele neirigate, în cadrul ICIFP şi în continuare în ICITID s-a organizat o reţea de câmpuri experimentale reprezentative pentru principalele condiţii pedoclimatice, din zonele interesate la irigaţii din ţara noastră. Evident, aceasta în scopul stabilirii principalilor parametri necesari dimensionării şi exploatării sistemelor de irigaţii din ţara noastră. Desfăşurarea acestor cercetări s-a circumscris într-un cadru mai larg şi anume acela al interrelaţiilor dintre sol- apă-plantă-climă, care în final trebuie să contribuie la practicarea unei agriculturi durabile, ferită de riscuri, care ar putea avea un efect negativ asupra producţiilor culturilor. Totodată, se are în vedere pe termen lung şi efectul asupra mediului, în mod deosebit în ceea ce priveşte evoluţia solurilor irigate. Se urmăreşte astfel ca apa care se aplică prin irigaţii să fie numai aceea care este strict necesară plantelor cultivate, întrucât cantităţile aplicate în plus nu numai că nu folosesc, dar chiar sunt dăunătoare atât pentru plante pe termen scurt, dar mai ales pentru evoluţia solurilor, privind în perspectivă.

În acest context, în continuare se prezintă elementele bilanţului apei în sol, care sintetizează în cea mai mare măsură interinfluenţele dintre diferiţi factori naturali şi unii artificiali, cum ar fi spre exemplu apa de irigat, unde este cazul. Această prezentare se face pe zone pedoclimatice reprezentate de câmpurile experimentale.

3.3.1. Rezerva iniţială a apei din sol (R_i)

Câmpia Olteniei, parte integrantă din Câmpia Română, se înscrie în zona caldă-secetoasă ca de altfel întreaga câmpie amintită. Aici, în partea de vest, reprezentată de câmpul experimental de la *Maglavit-Calafat*, rezerva iniţială medie din sol pe adâncimea de 1,5 m este 3300 m^3/ha în condiţii naturale, atingând însă 3600 m^3/ha în condiţii de irigaţie la marea majoritate a culturilor de câmp, cu cca 1000 m^3/ha, respectiv 600 m^3/ha mai puţin decât capacitatea de câmp pentru apă. În perioada de cercetare, începând din 1976 până în 1995, valoarea cea mai mică s-a înregistrat în anul 1993 (2450 m^2), iar cea mai mare în anii 1984 (3900 m^3/ha) şi 1988 (3800 m^3/ha) în condiţii de irigaţii.

La Caracal, rezerva iniţială medie a fost mai ridicată 4400 m^3/ha cu cca 500 m^3/ ha mai puţin decât capacitatea de câmp. Cea mai mică s-a înregistrat în 1977 cu valori de 3500 m^3/ha, iar cea mai mare în 1987, însumând 5000 m^3/ha. În condiţii de irigaţii, rezerva iniţială a variat între 4200 m^3/ha în 1993 şi 5000 m^3/ha în 1992, la majoritatea culturilor.

Pe nisipurile de la Malul Mare, aceasta rezervă a variat de la 1600 m^3/ha la 1700 m^3/ha de la neirigat la irigat, foarte aproape de capacitatea de câmp pentru apă, în ambele cazuri.

Câmpia Burnazului este reprezentată de câmpurile de cercetare de la *Drăgăneşti- Teleorman şi Băneasa-Giurgiu.*

În această zonă, rezerva iniţială a variat între 5200 m^3/ha şi 5600 m^3/ha la Drăgăneşti, iar la Băneasa-Giurgiu între 4900 m^3/ha şi 5000 m^3/ha, în condiţii naturale (în primul caz) şi de irigaţie, în cel de-al doilea caz, în ambele câmpuri.

În Câmpia Bărăganului în amplasamentul de la *Mărculeşti* şi *Brăila* şi în *Dobrogea* la *Valu lui Traian şi Mihai Kogălniceanu* se înregistrează cele mai scăzute valori medii ale rezervei iniţiale a apei din sol: 3400 – 3600 m^3/ha în condiţii naturale şi în jur de 4000 m^3/ha în condiţii de irigaţii, mai puţin cu 700 – 1000 m^3/ha decât capacitatea de câmp pentru apă a solului, în condiţii naturale (fără irigaţii).

Condiţii mai diferite se întâlnesc la *Dor-Mărunt*, tot în Bărăgan, unde rezerva de apă iniţială medie este asemănătoare cu cea de la Cosmeşti – Tecuci, respectiv 4100 – 4200 m^3/ha la neirigat şi 4300 m^3/ha în condiţii de irigaţii, în ambele cazuri cu cca 750 m^3/ha mai puţin decât capacitatea de câmp la neirigat. Facem precizarea că în ceea ce priveşte rezerva iniţială, la fel ca în cazul câmpurilor experimentale din Câmpia Olteniei şi în acestea se înregistrează importante fluctuaţii de la un an la altul faţă de medie: 4900 m^3/ha în 1995 faţă de 3200 m^3/ha în 1974 la Mărculeşti (în Bărăgan) spre exemplu şi de asemenea 4400 m^3/ha în 1981 faţă de 3600 m^3/ha în 1993 la Valu lui Traian, în Dobrogea (în ambele amplasamente la neirigat).

Totodată, trebuie arătat că la Dor Mărunt situaţia este oarecum mai deosebită faţă de Mărculeşti (ambele situate în Bărăgan). Aceasta întrucât în zona Dor Mărunt solurile sunt diferite de cele întâlnite în general în Bărăgan, cunoscut fiind faptul că zona aferentă amplasamentului de la Dor Mărunt s-a aflat lungi perioade sub influenţa aportului freatic, fapt care a condus şi la o evoluţie aparte. Astfel, şi din producţiile culturilor se constată că în această zonă (Dor Mărunt) situaţia este mai favorabilă în special în perioadele secetoase. Aceste soluri, chiar dacă în prezent nu mai sunt alimentate freatic, prezintă (fără a intra în detalii) un potenţial de fertilitate mai ridicat decât cele din Bărăgan, în general. Aşa se explică de altfel şi faptul că solurile aferente câmpurilor experimentale de la Mărculeşti şi Brăila sunt apropiate de cele de la Valu lui Traian din Dobrogea, atât din punct de vedere al caracteristicilor fizice, cât şi din acela al stării de fertilitate.

În Câmpia Piteștiului, în zona subumedă, reprezentată de câmpul experimental de la Cătеasca – Argeș, rezerva inițială de apă pentru majoritatea culturilor înregistrează în general valori cuprinse între 4700 și 5000 m^3/ha în condiții naturale, inferioare capacității de câmp cu cca 800 m^3/ha și între 4900 și 5200 m^3/ha, la irigat.

În Câmpia de Vest, rezerva inițială este de cca 4500 m^3/ha la Oradea și cca 5000 m^3/ha la Arad în condiții naturale, cu cca 100 m^3/ha în plus în ambele cazuri, în condiții de irigații, foarte apropiată de capacitatea de câmp pentru apă.

În jumătatea de nord a Moldovei, în zona moderat subumedă, la Podu Iloaiei, la neirigat rezerva inițială este aproximativ de 4500 m^3/ha cu cca 500 m^3/ha mai puțin decât capacitatea de câmp pentru apă și de cca 4700 m^3/ha în condiții de irigație.

La Suceava, în zona răcoroasă-umedă, rezerva inițială medie la culturile neirigate este de cca 5000 m^3/ha, cu cca 500 m^3/ha inferioară capacității de câmp. În condiții de irigații această rezerva crește cu cca100 m^3/ha.

Facem mențiunea că valorile la care s-a făcut anterior referire sunt orientative, dar totodată foarte apropiate de realitate, cu unele deosebiri între diferitele culturi, de cele mai multe ori nesemnificative.

3.3.2. Precipitațiile (P) înregistrate în sezonul de vegetație a diferitelor culturi, în perioada de cercetare

Pe parcursul anilor de cercetare, evident, în funcție de particularitățile climatice ale fiecărui an, s-au înregistrat cantități diferite de apă provenite pe această cale, care au fost introduse, în bilanțurile anuale. În cele ce urmează se prezintă media pe perioadele de cercetare ale acestui important element al bilanțului apei în sol. Rezultatele diferă de la o zonă la alta în funcție și de categoria de culturi. S-au avut în vedere și aici în special principalele categorii de culturi prășitoare, cum ar fi: porumbul, soia și floarea-soarelui, ca având cam aceeași perioadă de vegetație în care bineînțeles au folosit cam aceleași cantități de precipitații, sfecla de zahăr și lucerna cu perioada mai prelungită și apoi fasolea și cartoful cu perioadele respective. Față de toate acestea se separă grâul care se însămânțează toamna, întrunind condiții cu totul diferite. Exprimarea precipitațiilor înregistrate se face în metri cubi la hectar (m^3/ha) în scopul de a se utiliza aceeași unitate de măsură pentru toate elementele care fac parte din ecuația bilanțului. Evident, datele au un caracter orientativ, ca și în celelalte cazuri, de

aceea se prezintă rareori şi unele limite în cadrul cărora se înscriu majoritatea culturilor prăşitoare spre exemplu, unde se are în vedere porumbul în primul rând, care, de fapt, are şi ponderea cea mai importantă.

Astfel, în *Câmpia Olteniei* volumul precipitaţiilor medii în perioada de vegetaţie, începând de la vest către est variază între 2200 şi 2700 m^3/ha.

În *Câmpia Burnazului* precipitaţiile medii înregistrate în aceeaşi perioadă variază între 2000 şi 2800 m^3/ha, în cazul celor mai multe culturi. O situaţie asemănătoare se prezintă şi în cazul zonei aferente amplasamentului de la Berceni.

În *Câmpia Bărăganului*, acest element al bilanţului variază între 2200 şi 2500 m^3/ha la Mărculeşti şi Brăila şi cca 2600 m^3/ha la Dor Mărunt.

Dobrogea, cunoscută şi prin caracterul mai secetos chiar decât cel al Bărăganului, oferă pentru majoritatea prăşitoarelor o cantitate de apă din precipitaţii variind între 1800 şi 2000 m^3/ha. În *Moldova de Sud (Cosmeşti – Tecuci)* este vorba de 2500-3000 m^3/ha, la Podu Iloaiei, de 2500-3500 m^3/ha, iar la Suceava de 3500-4000 m^3/ha.

În *vestul ţării*, la Oradea, volumul precipitaţiilor este de cca 3000 m^3/ha pentru cele mai multe din culturile prăşitoare, iar la Arad între 2500 şi 3000 m^3/ha. La Timişoara, pentru porumb şi soia, cca 3000 m^3/ha, iar la Cluj, la porumb cca 3600 m^3/ha.

Precipitaţiile înregistrate în cazul grâului sunt de 1500 – 1700 m^3/ha la Calafat – Maglavit, Caracal, Cătească, Drăgăneşti – Teleorman, Băneasa – Giurgiu şi Berceni – Ilfov. În Dobrogea este vorba de cca 1200 m^3/ha în timp ce în Moldova volumul precipitaţiilor valorificate de cultura grâului, variază de la cca 2100 m^3/ha în partea de sud (Cosmeşti – Tecuci) la cca 2600 m^3/ha la Podu Iloaiei (Iaşi) şi cca 3200 m^3/ha la Suceava.

În Câmpia de Vest a Transilvaniei, la Arad, tot la grâu, este vorba de 1600 m^3/ha, iar în zona Oradea, cca 2200 m^3/ha.

Ca şi în cazul celorlalte elemente ale bilanţului apei şi în cazul precipitaţiilor, diferenţele sunt uneori foarte mari de la un an la altul.

3.3.3. Cantităţile de apă administrate prin irigaţii (normele medii de irigaţie) în perioada de cercetare (Σm)

Asemenea celorlalte elemente ale bilanţului apei în solurile irigate, şi în cazul normelor de irigaţii, respectiv suma normelor de udare în perioada de vegetaţie (Σm), se înregistrează o mare variaţie în ceea ce priveşte mărimea acestora, datorită multiplilor factori cu care se interferează. Dintre aceştia, fără îndoială, cel mai important este acela care priveşte precipita-

ţiile. De aceea, valoarea normei de irigaţie, în general, se află în raport invers proporţional cu cantitatea de apă provenită din precipitaţii. Intervenind însă un complex de factori care se intercondiţionează, apar totodată şi o sumedenie de situaţii, care fac ca, în final, să se ajungă la rezultate din cele mai variate, care fără îndoială îşi pot găsi explicaţie, dar fără a se putea stabili şi o regulă general valabilă, tocmai datorită acestor situaţii, care au la bază cauzele menţionate. Nu se va insista asupra acestui aspect, comun de astfel pentru toate elementele bilanţului apei în sol, fapt pentru care se va reveni la sfârşitul acestui subcapitol.

Pe perioada de experimentare, normele de irigaţii la porumb boabe şi soia au valori medii cuprinse între 2300 şi 2400 m^3/ha în toate amplasamentele din Oltenia, inclusiv în cel de la Cătească din Câmpia Piteştiului (cu excepţia amplasamentului de la Calafat – Maglavit, asupra căruia se va reveni). Norme de irigaţii medii în jur de 2500 m^3/ha la aceleaşi culturi s-au înregistrat, de asemenea, la Băneasa – Bucureşti, la Dor-Mărunt şi Brăila din Bărăgan. Tot în Bărăgan însă la Mărculeşti, ca şi în toată Dobrogea (Valu lui Traian, 23 August şi M. Kogălniceanu, inclusiv în sudul Moldovei la Cosmeşti –Tecuci) norma medie de irigaţie la porumb şi soia a fost de 2800 m^3/ha. Aceeaşi mărime a normei de irigaţie s-a înregistrat, de asemenea, la Băneasa – Giurgiu. În Câmpia de Vest, la Oradea, a fost de 2100 m^3/ha, iar la Arad de cca 3000 m^3/ha.

Cele mai mari norme de irigaţie s-au constatat la Maglavit – Dolj, având valoarea medie de 4500 m^3/ha la porumb boabe. În acest amplasament, de altfel la toate culturile, valoarea normelor de irigaţie este sporită comparativ cu acelea din toate amplasamentele câmpurilor de cercetare atât din Oltenia cât şi din celelalte zone.

De asemenea şi consumul total de apă este sporit, după cum se va vedea în ceea ce urmează. Aceasta însă şi în condiţiile unor sporuri mai mari de producţie, care se corelează între altele şi cu consumul de apă majorat, fapt care rezultă cu deosebită claritate din coeficienţii de valorificare ai apei totale şi de irigaţie. Aceşti coeficienţi provin, de fapt, din raportul dintre apa totală în m^3/ha şi producţie în kg/ha. Destul de edificatoare din acest punct de vedere sunt şi graficele reprezentând corelaţia dintre consumul total de apă şi producţiile obţinute.

Norma medie de irigaţie la aceeaşi cultură este de 1200 m^3/ha la Podu Iloaiei – Iaşi şi de 850 m^3/ha la Suceava.

Pe nisipurile de la Malu Mare, norma de irigaţie la porumb este în jur de 2000 m^3/ha. De altfel, şi la celelalte culturi, normele de irigaţii medii de pe nisipuri nu le depăşesc pe cele care se înregistrează pe solurile zonale.

În ceea ce priveşte celelalte culturi, normele medii de irigaţii au valori apropiate de cele de la porumb; la soia tot cca 2800 m^3/ha la Mărculeşti spre exemplu, unde însă la plante cu perioadă lungă de vegetaţie, cum ar fi sfecla de zahăr sau lucerna (perenă) se înregistrează 3500 şi respectiv 4000 m^3/ha. La grâu, tot la Mărculeşti, se înregistrează 1800 m^3/ha, ca şi la fasole, iar la cartofi, 1800 m^3/ha şi 2300 m^3/ha la floarea-soarelui. Acelaşi raport, în funcţie de lungimea perioadei de vegetaţie, se menţine aproximativ şi la celelalte culturi, în diferitele amplasamente de cercetare. În cazul grâului, norma de irigaţie medie (excluzând udarea de răsărire) se înscrie în general între 1200 şi 1800 m^3/ha, cu excepţia amplasamentelor de la Podu Iloaiei- Iaşi şi Suceava, unde este de 980 respectiv 240 m^3/ha. Ca şi în situaţia celorlalte elemente ale bilanţului apei în solurile irigate şi în cazul normelor de irigaţie, valorile anuale faţă de medie înregistrează variaţii foarte mari. Astfel, spre exemplu, la Caracal, în timp ce în anul 1991, an caracterizat printr-un regim pluviometric bogat, practic nu a fost nevoie să se irige, obţinându-se producţii la porumb de 11 t/ha (la fel ca la irigat), în anii 1971, 1974, 1983, 1987 şi 1993, ani secetoşi şi unii chiar excesiv de secetoşi a trebuit să se aplice norme de irigaţii variind între 3250 şi 4000 m^3/ha faţă de media de 2100 m^3/ha. Acelaşi lucru s-a întâmplat şi în cazul celorlalte culturi.

Oricum, în cazul normelor de irigaţie, spre deosebire de ceea ce se întâmpla cu celelalte elemente ale bilanţului apei în sol, aici contribuţia omului este hotărâtoare, care trebuie de fapt să intervină cu administrarea unor volume mai mici sau mai mari de apă, în funcţie de evoluţia factorilor naturali în raport cu cerinţele plantelor.

3.3.4. Rezerva de apă finală din sol (Rf)

Din cercetările de durată efectuate în reţeaua de câmpuri experimentale a ICITID, rezultă faptul că menţinerea plafonului minim recomandat pentru diferite zone (de cele mai multe ori la nivelul jumătăţii intervalului activ suprapus coeficientului de ofilire), pe parcursul întregii perioade de vegetaţie, conduce la o rezervă de apă în sol pe care, de fapt, în ultima parte a acestei perioade (înainte de recoltare), plantele nu o mai folosesc. Tot din cercetările respective a mai rezultat că această rezervă nu este transmisibilă pentru începutul sezonului următor decât în foarte mică măsură (Ri în condiţii de irigaţie faţă de cea în regim natural), putând fi considerată astfel ca şi pierdută. Aceasta poate conduce la risipa de apă şi de ener-

gie şi implicit la mărirea cheltuielilor de exploatare. Pentru a se preveni acest lucru se recomandă a se proceda cu atenţie la aplicarea ultimelor udări care ar trebui să fie mai mici. În unele cazuri poate chiar să se renunţe în totalitate la ultima udare, în funcţie de specificul climatic al zonei şi de previziunile meteorologice.

3.3.5. Consumul de apă al culturilor agricole [Σ (E + T)]

În capitolul privind metodele pentru stabilirea evapotranspiraţiei au fost abordate şi aspectele legate de evaluarea globală a acesteia.

După cum a rezultat, procesul evapotranspiraţiei este foarte complex, modul de desfăşurare al acestuia depinzând de caracteristicile anatomo-fiziologice ale fiecărei plante, în diferite faze de dezvoltare, în diferite condiţii pedoclimatice. Ca urmare, pentru stabilirea evapotranspiraţiei, respectiv a consumului de apă caracteristic fiecărei plante, ca şi pentru celelalte elemente ale bilanţului apei în sol, sunt necesare cercetări de durată în condiţii concrete date. Preocupările privind această problemă sunt vechi şi constituie obiectul a numeroase publicaţii, apărute atât la noi în ţară cât şi peste hotare. La noi în ţară a fost cercetat împreună cu celelalte elemente ale bilanţului apei în sol, în reţeaua de câmpuri experimentale ale ICITID la care anterior s-a făcut referire. De astfel, consumul de apă poate fi considerat ca o rezultantă a celorlalte elemente ale bilanţului apei în sol. În tabelul 3.7 se prezintă valori medii ale acestuia în diferite câmpuri experimentale. După cum se constată, acestea deşi orientative nu sunt rotunjite după cum ar fi fost poate normal, întrucât reprezintă o rezultantă a celorlalte elemente ale bilanţului, aşa cum am arătat. S-au prezentat, ca atare, pentru a fi verificabile în contextul general al calculelor efectuate.

Analizând acest tabel se constată o asemănare a acestora, în cadrul diferitelor grupe de culturi. Se constată astfel că atât la porumb, soia şi floarea-soarelui, valorile consumului total de apă în condiţii de irigaţii variază în general între limitele de 5000 şi 6000 m^3/ha, iar la sfecla de zahăr şi lucernă între 6000 şi 7000 m^3/ha. La grâu şi fasole valorile consumului de apă se înscriu între 3000 şi 4000 m^3/ha, la cartof între 4000 şi 5000 m^3/ha, iar la porumb siloz, cultura a doua după grâu, între 2000 şi 3000 m^3/ha în marea majoritate a cazurilor (tot în condiţii de irigaţii).

Se abat de la aceste două valori câmpurile de la Malu Mare şi Gogosu, situate pe soluri nisipoase.

Tabelul 3.7

Consumul total de apă al culturilor irigate şi neirigate, în m^3/ha, rezultat în câmpurile de cercetare ale ICITID, reprezentative pentru diferite zone pedoclimatice *(media pe perioada de cercetare)*

Câmpul experimental	Cultura																	
	porumb		grâu		sfeclă		soia		lucernă		cartof		fl. soarelui		fasole		porumb s.	
	I	N	I	N	I	N	I	N	I	N	I	N	I	N	I	N	I	N
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Gogoşu	5850	3594	3359	2320	5489	3388	5576	3369	-	-	3076	2201	5808	3592	3720	2511	2583	911
Maglavit	7110	3749	4025	2901	7916	4067	7148	3746	9022	4084	5964	3453	6646	3936	4714	2833	4082	1149
Malu Mare	4899	3274	3107	2119	-	-	4670	3052	5504	-	2499	1963	4774	3162	3086	2342	2454	1525
Caracal	5655	3898	3200	2769	6244	4329	5190	3608	6600	3987	4218	2948	5527	3710	3232	2480	2788	-
Drăgăneşti Teleorman	6537	3904	3852	2370	6760	4317	6330	3727	7662	4397	4936	3210	5994	3823	4122	2960	3211	1491
Băneasa-Giurgiu	6132	3928	3838	3082	6605	4353	6146	3929	7653	4688	5566	3749	5567	4001	4347	2740	2884	1123
Cătеasca	5747	3372	3591	2131	6122	3759	5173	3438	-	-	-	-	4946	3690	3866	2774	2465	1418
Băneasa-Buc.	6081	4290	3438	2710	6856	4815	5829	3867	6586	4123	4408	3188	6528	4389	3674	2745	2765	1181
Berceni	6940	4413	3886	2648	7039	4548	6443	3839	7874	4813	5235	3478	6147	3986	4108	2822	4054	1685
Dor Mărunt	5510	4027	3313	2715	5837	4248	5368	3535	6064	4349	4726	3297	5094	3682	3475	2801	2894	1178
Mărculeşti	5834	3660	3886	2575	6756	3606	5461	3050	7049	3831	4615	3096	5402	3398	3643	2544	2618	1239
Insula Mare a Brăilei	5807	4040	3978	3566	6468	4621	5962	3905	7023	4872	4855	-	-	1856	4841	3229	2666	1856

Tabelul 3.7 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Brăila-Terasă	5223	3371	3568	2412	5910	3484	5048	3174	6619	3707	4245	3233	5068	3577	3809	2712	2340	1276
Valu lui Traian	5835	3189	3795	2492	7229	3425	5495	3022	6245	3481	6283	2935	5123	2954	3751	2309	2694	994
M. Kogălniceanu	5601	3719	3320	2884	-	-	5548	3444	6292	3570	5012	3381	5122	3555	4148	2975	2345	930
23 August	5341	-	3545	-	5920	-	5541	-	6392	-	4827	-	5292	-	-	-	2235	-
Cosmeşti-Tecuci	6483	4499	4476	3469	6719	4583	5871	3907	7031	4625	5278	3925	6084	4279	3992	2728	2570	1372
Podu-Iloaiei	5022	4307	3980	3025	5407	4415	4578	3950	5772	4454	4903	3797	4993	4130	3445	3115	1660	1202
Suceava	4679	4337	4186	3696	5323	4856	-	-	5720	4927	4828	4414	-	-	4083	3828	-	-
Cluj-Napoca	5299	4649	-	-	5639	4846	-	-	-	-	4906	4311	-	-	-	-	3465	2882
Satu Mare	5324	4248	3543	3311	5336	4090	4714	3893	5071	4426	4850	3838	-	-	-	-	-	-
Oradea	5993	4228	3612	2998	6357	4185	5425	3754	6579	4429	4909	3626	5616	3856	3846	2946	1971	1016
Arad	5949	3466	3224	6409	4017	5792	3373	7032	4152	4635	2689	5976	3900	3650	2367	2995	2995	1195
Timişoara	6050	4947	-	-	-	-	5765	4690	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

I – irigat
N - neirigat

Valori mai ridicate, de fapt ca și în cazul normelor de irigații, s-au înregistrat la Maglavit – Calafat, unde s-au obținut și producții mai ridicate, care se corelează cu consumul total de apă.

În ceea ce privește *sursele de acoperire a consumului de apă al culturilor irigate*, acestea sunt precipitațiile, udările aplicate și rezerva de apă din sol, diferența dintre cele două rezerve (Ri – Rf). În condiții naturale, fără irigații, participă doar precipitațiile și rezerva de apă din sol. Evident și în cazul surselor de acoperire, ca de altfel și în celelalte situații la care anterior s-a făcut referire, din cercetările efectuate se evidențiază diferențieri, în funcție de condițiile pedoclimatice ale fiecărei zone reprezentate de câmpurile experimentale. Unele diferențieri se constată și în ceea ce privește specificul culturii. În cele ce urmează se vor prezenta date orientative luând în considerare în special plantele din grupa prășitoarelor (porumb, soia, floarea-soarelui etc.).

În linii mari, sursele de acoperire a consumului de apă indică anumite diferențe în funcție de diferitele condiții pedoclimatice, ca și în funcție de culturi. Astfel, în *Câmpia Olteniei de Vest*, în zona de influentă a punctului experimental Maglavit – Calafat, principalele culturi prășitoare utilizează pentru acoperirea consumului de apă 30 – 35 % din precipitații și 60 – 65 % din irigații, diferența rezultând din rezerva de apă a solului. Tot în Oltenia, în *Câmpia Caracalului*, din precipitații se folosește 45 – 50 %, din irigații 35 – 40 %, diferența până la 100 % revenind rezervei de apă provenită din sol (Ri – Rf).

În *Câmpia Piteștiului, la Cătеasca,* precipitațiile acoperă 50-60%, iar irigațiile, 35-45%.

În *Câmpia Burnazului* din nord-vest (zona Drăgănești – Teleorman), sursele de acoperire reprezintă cca 42 % din precipitații, 50 – 55 % din irigații și diferența, din sol. În zona reprezentată de amplasamentul de la *Berceni* consumul de apă se acoperă în proporție de 40 – 45 % din precipitații, 50 – 55 % din irigații și diferența de rezerva de apă a solului.

În *Câmpia Bărăganului*, procentul de acoperire al precipitațiilor este de cca 45 %, ca și cel din irigații care este tot de cca 45 %, care se reduce totuși la cca 42 % în zona aferentă amplasamentului de la Dor Mărunt.

În condițiile pedoclimatice ale Dobrogei, proporția de acoperire a consumului de apă din precipitații este de 35 %, irigației revenindu-i 55-60 %, diferența acoperindu-se din rezerva de apă a solului.

În *Moldova*, din precipitații, consumul de apă se acoperă în proporție de 45 – 50 % în partea de sud (Cosmești – Tecuci), cca 75 % în zona Podu Iloaiei–Iași și cca 82% în zona Suceava. În aceeași ordine în ceea ce

privește zonele, irigația participă procentual, după cum urmează: 44 %, 24 % și respectiv cca 18 %.

În *Câmpia de Vest a Transilvaniei* în *zona Arad* precipitațiile acoperă între 40 și 45 % din consumul de apă al plantelor, același procent revenindu-i și irigației (40 – 45 %), în timp ce la *Oradea* procentul provenind din precipitații se înscrie între 50 și 60 %, iar cel din irigații între 35 și 45 %, în ambele cazuri ca și în cele anterioare diferența până la 100%, revenind rezervei de apă dîn sol (Ri – Rf).

În *zona nisipurilor* de la Malu – Mare consumul de apă este acoperit în proporție de cca 55 % din precipitații și de 40 – 45% din irigații.

Pe *solurile nisipoase din vestul Olteniei* (Gogoșu – Mehedinți) aportul precipitațiilor este de 40 – 45 %, menținându-se în proporție aproximativ egală cu cel al irigațiilor.

În *condiții naturale (fără irigații)*, consumul de apă al plantelor se acoperă în cele mai multe cazuri în proporție de 60 – 70 % din precipitații, iar diferența din rezerva solului. Depășirea limitei maxime se întâlnește în Câmpia Piteștiului și în nordul Moldovei.

În *Lunca Dunării*, din cercetările efectuate în câmpul experimental de la Zătun – Galați, rezultă ca la cultura porumbului consumul total de apă se acoperă în proporție de până la 50 % din aportul provenit din pânza freatică.

Așa după cum am mai arătat anterior, nu numai consumul de apă și sursele de acoperire ale acestuia, dar, de fapt, toate elementele bilanțului apei din sol variază în funcție atât de condițiile pedoclimatice și de sol, cât și de acelea privind caracteristicile anatomo-fiziologice ale plantelor cultivate. În cele expuse în cadrul acestui capitol, s-au prezentat elemente de orientare în domeniu, rezultate din cercetările efectuate în condiții concrete.

Din marele volum al cercetărilor efectuate rezultă o foarte mare diversitate de rezultate care în mod inerent decurg din îmbinarea dintre factorii naturali și cei antropici, ținând seama îndeosebi de condițiile specifice ale țării noastre în ceea ce privește, mai ales caracteristicile climatului cu variații foarte mari, atât în spațiu cât și în timp. Descifrarea acestui mecanism foarte complex devine cu atât mai dificilă cu cât se are în vedere și faptul că toți factorii care concură acționează, în cele mai multe cazuri în interdependență unii față de ceilalți, ceea ce conduce la apariția unei foarte mari diversități de situații care trebuie analizate cu mult discernământ. Aceasta având în vedere faptul că, până la urmă, trebuie să se ajungă la unele elemente practice care privesc elaborarea unor soluții, metode și tehnologii menite să conducă în final la o ameliorare substanțială a condițiilor materiale ale omului prin exploatarea rațională a celei mai importante

resurse care, după cum se cunoaşte, este reprezentată de agricultură. Or revenind încă o dată la condiţiile naturale caracteristice ţării noastre, irigaţia reprezintă una dintre măsurile de bază destinate acestui scop.

Pentru a oglindi modul cum se reflectă interferenţele între factorul antropic (irigaţia în cazul de faţă) şi unii dintre factorii naturali (clima şi solul), în tabelul 3.8 se prezintă un exemplu concret reprezentând modul cum acţionează şi se întrepătrund toţi aceşti factori, care, în final, se sintetizează în producţiile care se obţin (în cazul de faţă la porumbul pentru boabe). În respectivul tabel, pentru o perioadă de 26 de ani, într-unul din câmpurile experimentale ale ICITID (din Staţiunea de Cercetare-Dezvoltare de la Caracal) se prezintă, pentru fiecare an din cei cercetaţi, elementele bilanţului apei în sol cum ar fi: rezerva de apă din sol iniţială (Ri) şi finală (Rf), precipitaţiile (P), consumul de apă la neirigat (ETR), consumul de apă la irigat (ETR opt.), normele de irigaţii aplicate (Σm), inclusiv coeficienţii de valorificare ai apei totale şi a celei de irigaţie. Se prezintă de asemenea producţiile corespunzătoare anilor, respectiv din întreaga perioadă de cercetare. Această prezentare s-a făcut tabelar pentru a se constata, cât mai exact cele menţionate anterior cu privire la interrelaţiile care rezultă din acţiunea factorilor naturali şi ai celor antropici la care anterior s-a făcut referire. De aici se constată, de asemenea, un aspect foarte important şi anume fluctuaţia mare, inclusiv a producţiilor de la un an la altul, precum şi rolul irigaţiilor nu numai în ceea ce priveşte creşterea producţiilor, dar în acelaşi timp în atenuare substanţială a acestor fluctuaţii.

Pe baza numeroaselor cercetări, investigaţii şi observaţii efectuate de-a lungul timpului se constată, aşa după cum a mai rezultat din cele prezentate anterior, cum că procesul evapotranspiraţiei (consumul de apă al plantei) este sub influenţa a numeroşi factori printre care radiaţia, temperatura aerului, regimul eolian, umiditatea aerului pe de-o parte, dar pe de altă parte depinde în mare măsură de dezvoltarea sistemului radicular şi a celui foliar al plantei ca şi de conţinutul în apă al solului, inclusiv de constituţia solului. Aceasta ca să-i amintim numai pe cei mai importanţi, dar bineînţeles ca mai sunt şi alţii. Şi ce este mai important este faptul că de modul cum se conjugă, mai precis de cum se întrepătrund aceştia apar diferite situaţii după cum rezultă de altfel destul de relevant din tabelul 3.8 prezentat pentru exemplificare. De aici, se poate observa spre exemplu că nu întotdeauna anul cel mai secetos conduce la normele de irigaţii cele mai mari, ca şi faptul că nu neapărat anul cel mai ploios conduce la cele mai mari recolte. Mai există încă de altfel şi alte elemente demne de semnalat care decurg tocmai din diversitatea factorilor care concură în cadrul acestui complex proces.

Tabelul 3.8

Tabel exemplificativ privind bilanţul apei în sol, într-un amplasament de cercetare *(S.C.D. Caracal)*

Anul \ Cultura	Porumb boabe															
	Producţia		ETR neirigat m³/ha					Coeficient de valorificare a apei	ETR optim irigat m³/ha						Coef. de valorificare a apei	
			SOL						SOL							
	Neirigat	Irigat	Ri	Rf	Diferenţa	P ≥ 5 mm	Total		Ri	Rf	Diferenţa	P ≥ 5 mm	Σm	Total	Totale	De irigat
1970	5830	7560	4671	3228	1443	3235	4678	0.80	4743	3316	1427	3235	650	5312	0.70	0.38
1971	4750	9540	4632	3776	856	2467	3323	0.70	4131	4338	-207	2467	3250	5510	0.58	0.68
1972	4770	9330	4515	3517	998	2026	3024	0.63	4967	4072	895	2026	2160	5081	0.54	0.47
1973	8285	9594	4610	3323	1287	2886	4173	0.50	4207	3219	988	2886	1950	5824	0.61	0.49
1974	1350	9993	3971	2904	1067	1994	3061	2.27	4442	3711	731	1994	3900	6625	0.66	0.45
1975	8458	11240	4501	3670	831	4504	5335	0.63	4490	3652	838	4544	650	6032	0.54	0.23
1976	10345	12420	4336	3244	1092	3283	4375	0.42	3950	4063	-113	3283	2600	5770	0.46	1.25
1977	9020	12905	4832	3279	1553	2306	3859	0.43	4868	4023	845	2306	1300	4451	0.34	0.33
1978	9710	12407	4632	4069	563	3718	4281	0.44	4629	4845	-216	3718	1950	5452	0.44	0.72
1979	8660	12384	4443	3696	747	3217	3964	0.46	4609	4377	232	3217	1300	4749	0.38	0.35
1980	8270	11536	4598	3162	1436	2812	4248	0.51	4813	3560	1253	2812	1950	6015	0.52	0.60
1981	7863	11903	4620	3080	1540	3057	4597	0.58	4794	3685	1109	3057	1950	6116	0.51	0.48
1982	8830	11160	4528	3057	1471	2589	4060	0.46	4374	3692	682	2589	1300	4571	0.41	0.56
1983	2870	12477	3575	2353	1222	1413	2635	0.92	4451	3442	1009	1413	4400	6822	0.55	0.46
1984	3369	10596	4555	3048	1507	2442	3949	1.17	4771	3775	996	2442	3250	6688	0.63	0.45
1985	4250	9350	4144	3795	349	2456	2805	0.66	4716	4063	653	2456	3100	6209	0.66	0.61
1986	11083	13262	4397	2688	1709	2291	4000	0.36	4807	3158	1649	2291	1700	5640	0.43	0.78
1987	1723	12056	4989	2259	2730	686	3416	1.98	4616	4081	535	686	3250	4471	0.37	0.31
1988	4307	9604	5076	3239	1837	2671	4508	1.05	4549	3323	1226	2671	2600	6497	0.68	0.49
1989	5923	13010	4351	2677	1674	2239	3913	0.66	4440	2576	1864	2239	1950	6053	0.47	0.28
1990	2444	11860	3687	2330	1357	2058	3415	1.40	4157	2896	1261	2058	1950	5269	0.44	0.21
1991	11130	10895	3823	2936	887	5190	6077	0.55	4701	3176	1525	5123		6648	0.61	0.00
1992	2343	10807	4810	2747	2063	2222	4285	1.83	5003	3529	1474	2222	1300	4996	0.46	0.15
1993	860	9357	3475	2549	926	550	1476	1.72	4092	3161	931	606	3250	4787	0.51	0.38
1994	2196	12717	4227	2624	1603	2527	4130	1.88	4615	3135	1480	2527	1300	5307	0.42	0.12
1995	10134	13783	4289	2896	1393	2714	4107	0.41	3947	3313	634	2956	1300	4890	0.35	0.36

Metode şi strategii privind reducerea consumului de apă pentru irigat la plantă.

Din experienţa ţărilor cu tradiţie îndelungată în domeniul agriculturii irigate, rezultă faptul că introducerea apei în sol pe cale artificială, cu ajutorul irigaţiei, presupune o cunoaştere profundă a relaţiilor dintre plante, sol, apă şi atmosferă pentru fiecare situaţie în parte, ca apoi numai pe baza acestor cunoaşteri să se treacă la aplicarea în practică a măsurilor ce se impun. În caz contrar, se pot produce dezechilibre, de multe ori cu caracter ireversibil, cu efecte negative mai ales asupra stării de fertilitate a solului.

Din cele expuse anterior rezultă că pentru obţinerea unor producţii eficiente (mari, constante şi economice) rezerva de apă din sol nu trebuie să scadă sub plafonul minim, limita maximă fiind capacitatea de câmp pentru apă a solului.

Cea mai mare parte din suprafaţa amenajată pentru irigaţii din ţara noastră (cca 3,2 mil. ha) are ca sursă de apă fluviul Dunărea, care, după toate calculele efectuate, dispune de debitul de apă necesar a fi asigurat. De asemenea, în situaţia actuală nici calitatea apei din această sursă nu ridică probleme deosebite. Apar totuşi alte aspecte care trebuie să stea în atenţie. Astfel, din experienţa de până acum, din sistemele de irigaţii aflate în funcţiune se constată că în unii ani apar deficienţe legate de nivelul Dunării, care în anumite perioade înregistrează scăderi până la limita de la care se pot produce întreruperi în funcţionarea unor staţii de pompare de la sursă, fapt care poate conduce implicit la întreruperi în funcţionarea amenajărilor, de cele mai multe ori când şi nevoia de irigaţii este mai mare (lunile iulie şi august). Pe de alta parte, costul apei şi implicit al energiei electrice pentru pompare, impun preocupări susţinute pentru reducerea consumului de apă pentru irigaţii (atât la plante cât şi în reţea).

Urmare a celor menţionate anterior, s-au iniţiat cercetări în două amplasamente: Caracal (la Staţiunea de Cercetări Agricole Caracal) şi Valu lui Traian (la Staţiunea de Cercetări pentru Culturi Irigate Dobrogea), ambele situate în zone caracterizate ca fiind dintre cele mai secetoase (N. Grumeza, N. Groza, St. Renea, E. Petrescu, 1998). Scopul acestor cercetări, vizând economia de apă pentru irigaţii la plantă, a fost: stabilirea fazelor de vegetaţie ale plantei, în care s-ar putea eventual reduce cantitatea de apă administrată prin udări (în anumite perioade) fără a se prejudicia substanţial recolta. Acestea, pornind de la considerentul că, pe parcursul perioadei de vegetaţie, cerinţele faţă de apă ale plantei sunt diferite, fapt care se reflectă în cuantumul producţiei, în funcţie de modul cum sunt satisfăcute aceste cerinţe în diferite faze pe parcursul perioadei de vegetaţie. La porumb (cultura avută în vedere în cadrul experienţei) au fost luate în consideraţie următoarele faze: faza I, când

planta a ajuns la 8 – 10 frunze; faza a II-a – înspicat; faza a III-a – umplerea bobului. În sudul ţării, aceste faze, ale căror durate pot varia între o săptămână şi două fiecare, în general se derulează pornind de la jumătatea lunii iunie şi continuă succedându-se până la sfârşitul lunii iulie, uneori în funcţie de condiţiile climatice ale anului, până în prima decadă a lui august inclusiv. Pornind de aici a rezultat şi variantele experimentale. Astfel, la Caracal s-a propus menţinerea permanentă a umidităţii în sol între plafonul minim şi capacitatea de câmp obligatoriu până în fazele respective inclusiv, după care udările s-au sistat. La Valu lui Traian în schimb, luându-se în considerare aceleaşi faze fenologice s-a stabilit ca udările să se aplice exclusiv numai pe parcursul fazei (în cazul în care este nevoie, în funcţie de rezerva de apă a solului bineînţeles), în restul perioadei de vegetaţie neintervenindu-se cu irigaţii, planta fiind deci în unii ani subasigurată cu apă.

Evident, unele decalaje în timp sunt posibile în ceea ce priveşte desfăşurarea fazelor, în funcţie de data însămânţării şi de evoluţia factorilor meteorologici din diferiţi ani climatici.

Dacă ne referim la perioada de experimentare 1991- 1995 (tabelul 3.9), constatăm că la Staţiunea experimentală Caracal, în cele 4 luni hotărâtoare pentru perioada de vegetaţie a porumbului din punct de vedere al umidităţii (mai, iunie, iulie şi august) s-au înregistrat următoarele cantităţi de precipitaţii: 493,3 mm în 1991; 187,3 mm în 1992; 82,6 mm în 1993; 215,8 mm în 1994 şi 262,4 mm în 1995.

Tabelul 3.9

Precipitaţiile (mm) însumate din lunile: mai, iunie, iulie, august

Staţiunea experimentală	Anii de experimentare				
	1991	1992	1993	1994	1995
Caracal	493,3	187,3	82,6	215,8	262,4
Valu lui Traian	397,2	236,8	250,6	117,7	115,6

Având în vedere că media multianuală pe această perioadă este de 235,5 mm, se observă abateri importante faţă de această medie de la un an la altul. De fapt, după cum se vede, situaţiile au fost atât de diferite din punct de vedere al condiţiilor climatice, încât numai în această perioadă de timp (1991-1995) s-au înregistrat: un an ploios (1991), un an foarte secetos (1993) şi trei, oarecum apropiaţi de media multianuală (1992, 1994 şi 1995) deşi cu diferenţe apreciabile. Acest fapt, precum şi modul de repartizare în timp a precipitaţiilor au condus la diferenţe mari ale producţiilor rezultate la martorul neirigat, după cum se constată în tabelul 3.10. Atrage atenţia anul 1991, an în care fără să se intervină cu irigatul, nefiind necesar, rezerva de apă din sol nu a scăzut sub plafonul minim, obţinându-se o producţie de cca 11 t/ha.

Tabelul 3.10

Producţii şi norme de irigaţii în amplasamentul de cercetare de la Staţiunea experimentală Caracal

Specificaţie	1991		1992		1993		1994		1995		Media (pt. anii 1992, 1994 şi 1995)	
	Prod. t/ha	Σ m m^3/ha	Prod. t/ha	Σ m m^3/ha	Prod. t/ha	Σ m m^3/ha	Prod. t/ha	Σ m m^3/ha	Prod. t/ha	Σ m m^3/ha	Prod. t/ha	Σ m m^3/ha
V.1. Neirigat	11.1	-	2.3	-	0.8	-	2.2	-	6.1	-	3.5	-
V.2.Irigat pentru menţinerea umidităţii la plafonul minim pe toată perioada de vegetaţie	11.1	-	10.8	1950	9.4	3250	12.7	1300	13.8	1300	12.4	1520
V. 3. Irigat până la faza de 8-10 frunze	11.1	-	5.2	650	2.4	1300	9.9	1300	6.2	-	7.1	650
V. 4. Irigat până la faza de înspicat	11.1	-	9.1	1300	4.0	1950	12.2	1300	8.9	650	10.0	1080
V. 5. Irigat până la faza de umplere a bobului	11.1	-	9.1	1300	5.9	2600	11.8	1300	10.3	1300	10.4	1300

În aceeaşi măsură atrage atenţia şi anul 1993 care s-a caracterizat ca fiind foarte secetos, chiar excesiv de secetos având ca efect o producţie la neirigat sub o tonă la hectar. În acest an s-a putut constata, mai pronunţat ca în alţi ani, atât efectul irigaţiei, cât şi cel al deficitului de umiditate (subasigurării cu apă) şi uneori chiar apariţia stresului hidric la fiecare din variantele avute în vedere. Tot în tabelul menţionat se prezintă normele de irigaţie care au fost aplicate în funcţie de condiţiile impuse pentru fiecare variantă, precum şi producţiile obţinute. Se observă că, în varianta în care rezerva de umiditate din sol a fost menţinută prin udări superioare plafonului minim pe tot parcursul perioadei de vegetaţiei, producţia obţinută a fost de 9,4 t/ha. Pentru aceasta a fost necesară aplicarea unei norme de irigaţie de 3250 m^3/ha, repartizată în 5 udări a 650 m^3/ha fiecare. Sistarea irigaţiei la faza de 8-10 frunze a avut ca rezultat o producţie de 2,4 t/ha obţinută cu o normă de irigaţie de 1300 m^3/ha. Prelungirea perioadei de aplicare a udărilor până la faza înspicatului, fapt ce a necesitat o normă de irigaţie de 1950 m^3/ha, a condus la o producţie de 4,0 t/ha, iar continuarea udărilor până la faza de umplere a bobului a necesitat o normă de irigaţie de 2600 m^3/ha, având ca rezultat o producţie de 5,9 t/ha. Mărimea normei de udare în toate cazurile a fost de 650 m^3/ha calculată în funcţie de caracteristicile solului şi adâncimea de udare. Trebuie făcută precizarea că în condiţiile acestuia (1993), chiar la cea mai bună variantă din punct de vedere a rezervei de apă din sol, producţia obţinută nu a depăşit nivelul de 9,4 t/ha mult inferioară celei obţinute în anii când s-au realizat de regula între 11 şi 12 t/ha şi chiar mai mult. Aceasta datorită faptului că anul respectiv s-a caracterizat şi printr-o pronunţată secetă atmosferică cu efecte deosebit de negative asupra unor importante procese fiziologice ale plantei.

În ceilalţi ani de cercetare, situaţia se prezintă după cum urmează: în anul 1991, an bogat în precipitaţii, în care nu a fost nevoie să se irige, după cum s-a văzut de fapt nici variantele nu s-au diferenţiat între ele. Au rezultat scăderi substanţiale de producţie în anii 1992 şi 1995 în variantele în care s-a sistat aplicarea udărilor din faza 8 – 10 frunze, obţinându-se 5,2 t/ha şi respectiv 6,2 t/ha; în anul 1994, la aceasta variantă, s-a obţinut o producţie de 9,9 t/ha. Ploile din luna iulie, inclusiv aplicarea acestei norme de irigaţie de 1300 m^3/ha la termene diferite, au condus la producţii în jur de 12 t/ha la celelalte două variante.

Revenind cu precizarea că având ca numitor comun fazele de vegetaţie, cercetările din cele două amplasamente se diferenţiază prin aceea că în timp ce la Caracal variantele au în vedere menţinerea unui regim de umi-

ditate continuu până la faza respectivă inclusiv, la Valu lui Traian menţinerea acestui regim se referă strict numai pe perioada cât se derulează faza de vegetaţie în cauză.

Luând în analiză anii cu precipitaţii apropiate de media multianuală, cum au fost 1992, 1994 şi 1995, la Caracal, cea mai bună variantă din punct de vedere tehnico-economic (care vizează economia de apă la plantă) a fost aceea la care udările s-au sistat după faza de înspicat, în care producţia medie obţinută pe cei trei ani a fost de cca 10 t/ha cu o norma medie de irigaţie de 1080 m^3/ha. La aceasta s-a obţinut o producţie cu 20 % mai mică decât în varianta cu menţinerea rezervei de apă deasupra plafonului minim în întreaga perioadă de vegetaţie, 10,0 t/ha faţă de 12,4 t/ha, însă cu un consum de apă pentru irigat redus cu circa 35 % (1080 m^3/ha faţă de 1520 m^3/ha). Aceasta luând în considerare perioada de trei ani de experimentare. În acelaşi amplasament de experimentare (Caracal), în cei 26 de ani de cercetări efectuate, producţia medie a fost 11,2 t/ha la varianta cu menţinerea plafonului minim recomandat pentru zonă (jumătatea intervalului activ) pentru perioada de vegetaţie. Pentru aceasta a fost nevoie de o norma medie de irigaţie de 2087 m^3/ha. Comparativ, varianta cu sistarea irigaţiei după înspicat, în cei trei ani de experimentare prezintă o reducere a normei de irigaţie cu cca 50 % (1080 m^3/ha faţă de 2087 m^3/ha) la o diminuare a producţiei de numai 10 % (10 t/ha faţă de 11,2 t/ha).

Trebuie reţinut faptul că şi în cadrul celor 3 ani apropiaţi de medie din punct de vedere climatic au apărut variaţii în legătură cu precipitaţiile căzute în cele 4 luni luate în considerare ca hotărâtoare sub aspectul efectului asupra producţiilor. Este suficient să arătăm că în anul 1994 cei 194 mm precipitaţii înregistrate în luna iulie creează o situaţie care se diferenţiază substanţial cei doi (1992 şi 1995). De aici decurge diversitatea de situaţi în ceea ce priveşte consumul de apă pentru irigat respectiv diferenţele de la un an la altul din acest punct de vedere.

Desigur că atunci când este vorba de anii climatici apropiaţi de media multianuală (înţelegând de fapt cele patru luni la care s-a făcut referire: V, VI, VII, VIII) şi aici deci depinzând de modul cum sunt repartizate mai ales precipitaţiile, pot apărea deosebiri în ceea ce priveşte producţiile după cum s-a văzut. Oricum, diferenţele sunt mici. Calendaristic, atenţia cea mai mare în ceea ce priveşte umiditatea din sol trebuie acordată în mod deosebit în intervalul: jumătatea lui iunie – începutul lunii august, eventual sfârşitul lunii iulie, când rezerva de apă trebuie ridicată aproape de nivelul capacităţii de câmp pentru apă a solului. După cum a rezultat

din cercetările de lungă durată efectuate în cadrul Institutului de Cercetare şi Inginerie Tehnologică pentru Irigaţii şi Drenaje, acest lucru este valabil pentru toată partea de sud şi sud – est a ţării.

Acordând atenţie exclusiv numai perioadelor în care se desfăşoară fazele de vegetaţie, neglijându-se ce se întâmplă între acestea, rezultatele nu dau satisfacţie. În asemenea condiţii, cercetările efectuate în Dobrogea la Valu lui Traian au demonstrat că respectând astfel toate fazele, inclusiv cea de înspicat, în anii 1992 şi 1994, precum şi cea de umplere a bobului, în 1994, producţiile s-au situat doar în jurul a 7 t/ha.

Rezultatele cercetărilor anterioare, care duc la concluzia că pentru obţinerea celor mai bune rezultate în cultura irigată a porumbului rezerva de apă din sol trebuie menţinută pe cea mai mare parte a solurilor (medii în general) la un nivel superior jumătăţii intervalului activ, pe tot parcursul perioadei de vegetaţie, rămân oricum valabile, cu o reducere sau chiar suprimare a normelor de udare, înainte de recoltare. Prin rezultatele mai recente se aduc unele precizări privind reducerea consumului de apă de irigat şi implicit al celui de energie electrică, fără o reducere substanţială a producţiei, cu efecte benefice în ceea ce priveşte cheltuielile de exploatare. Aceste date *nu pot fi luate în considerare şi în dimensionarea sistemelor de irigaţie,* dar sunt utile în exploatare pentru producătorii agricoli. Trebuie menţionat totodată că, ţinând seama de fazele de vegetaţie, nu trebuie pierdut din vedere faptul că sistemele de irigaţie din ţara noastră sunt proiectate pentru irigarea prin rotaţie şi ca atare aceste două aspecte trebuie concordate, fapt care este posibil în general. Se cunoaşte că aplicarea unei udări are o anumită durată, care poate fi pusă cu aproximaţie de acord cu desfăşurarea unei faze sau a unora cumulate, la porumb în cazul de faţă.

Ţinând seama de rezultatele acestor cercetări se pune problema cum să se procedeze concret în practică, la aplicarea irigaţiei. Evident, primul lucru este urmărirea dinamicii umidităţii solului, care se poate face prin metoda de prognoză şi avertizare, ai cărei parametrii (coeficienţii de corecţie ai evaporaţiei din evaporimetrul Bac Clasa A, pe culturi şi faze de vegetaţie) sunt deja stabiliţi pe cea mai mare parte a teritoriului irigabil din ţara noastră. Prin urmare, acceptându-se o oarecare diminuare a producţiei (cu 10-20%) se pot realiza în schimb economii importante de apă la plantă (35-50%). Facem precizarea că, în funcţie de condiţiile climatice ale anului, se pot realiza uneori economii mult mai mari de apă, cu obţinerea unor producţii superioare, fapt demonstrat şi de cercetările efectuate pe un număr mare de ani. În context, trebuie să amintim că obiectul cerce-

tătorilor nu a fost obținerea unor producții maxime, s-a urmărit obținerea unor producții mari, în condiții economice. Perioada hotărâtoare de irigare la porumb se localizează conform rezultatelor prezentate în cele expuse anterior în intervalul la care s-a făcut anterior referire, putându-se restrânge astfel la aproximativ 45 zile. Din acest punct de vedere menționăm că, din datele experimentale obținute tot la noi în țară, în cadrul altei tematici, pierderile de apă totale prin infiltrații în rețeaua de irigație sunt foarte mari chiar și în cazul canalelor căptușite, astfel că, în unele sisteme de irigație, s-a ajuns la randamente hidraulice globale de 50% sau chiar mai mici (Klepș și Tușa, 1992). Ca urmare, concentrarea debitelor de apă și scurtarea perioadei de aplicare a udărilor apare ca o cerință de maximă importanță în legătură cu diminuarea consumului de apă și de energie electrică.

Cercetările efectuate au pus în evidență faptul că în condițiile climatice din partea de sud a țării noastre, în cele mai multe cazuri, lucrurile se prezintă așa. Evident că sunt și ani în care să nu fie nevoie de irigație. Astfel, a fost anul 1991, când în câmpurile experimentale din Câmpia Olteniei Maglavit – Calafat, Caracal și Șimnic-Dolj producțiile de porumb au depășit în cultura neirigată 10-11 t/ha. În aceeași zonă însă și deci în aceleași amplasamente experimentale, în anul 1993, care s-a caracterizat ca fiind excesiv de secetos, producțiile la neirigat au fost sub o tonă la hectar, în timp ce la irigat, menținând rezerva de apă la nivelul plafonului minim, s-au obținut 9,4 t/ha (la Caracal). Rezultatele cercetărilor au pus în evidență faptul că în situația unor asemenea ani, de fapt de excepție, irigația trebuie aplicată cu consecvență pe tot parcursul perioadei de vegetație (de la însămânțat până la maturarea completă) pentru menținerea rezervei de apă din sol în permanența între plafonul minim și capacitatea de câmp. Având deci sub control permanent situația rezervei de apă din sol, în funcție de specificul anului climatic, se pot realiza substanțiale economii cu aplicarea irigației, sau invers, se poate face risipă, care dăunează și evoluției solului. De fapt, pornind de la acest indicator (rezerva de apă din sol), se pot adopta pe parcurs și strategiile necesare în care se include și acea care privește reducerea consumului de apă pentru irigat, prin subasigurarea cu apă a culturilor în anumite perioade până la limita economică admisibilă. Importante economii de apă pentru irigat se pot realiza și în cazul micșorării ultimelor udări. Cercetările efectuate în rețeaua de câmpuri experimentale ale ICITID au demonstrat că în multe cazuri, după cum s-a mai menționat, rezerva de apă din sol la sfârșitul perioadei de vegetație se afla supe-

noară plafonului minim, apă care nu mai este folosită de plante în pragul recoltării culturi. Trebuie făcută totodată precizarea că, în cazul în care la data însămânțări culturii solul nu dispune de rezervă de apă în stratul superficial, o udarea aplicată cu norma redusă (cca 200 m^2/ha) este absolut necesară, pentru a se asigura răsărirea culturi, indiferent de strategia de irigare care se aplică în continuare. De asemenea, economiile de apă rezultate, la care ne-am referit, sunt posibile în anii apropiați de medie din punct de vedere climatic. Este cert însă că acestea sunt mai mari, având în vedere marile variații care se înregistrează de la un an la altul, care în cele mai multe cazuri conduc la suplimentarea rezervei de apă din sol şi implicit la reducerea normei de irigație.

În concluzie, cercetările efectuate în rețeaua de câmpuri experimentale din cadrul ICITID au demonstrat că se poate conta pe o economie de apă de irigat de 35-50 %, prin folosirea unei anumite strategii, în legătură cu menținerea rezervei de apă în sol prin udări, superioară plafonului minim al umidități solului, aproape de capacitatea de câmp pentru apă a solului, cu prioritate în unele faze de vegetație, admițând în acelaşi timp o diminuare a producției cu 10-20 % (este vorba de porumbul pentru boabe), comparativ cu situația în care nivelul acestei rezerve de umiditate (la nivelul plafonului minim) este menținut prin irigație întreaga perioadă de vegetație.

Cercetările executate de C. Tuşa (1997) privind cultura de soia au condus la rezultate asemănătoare. Problema este valabilă şi pentru alte culturi, aplicând strategii adecvate.

Reducerea consumului de apă pentru irigat prin luarea în considerație a aportului freatic în zone caracteristice (nivel ridicat al apei subterane)

Necesitatea cunoaşterii aportului freatic, cu precădere în sistemele de irigații, este deosebit de importantă în contextul stabilirii corecte a momentului aplicării udărilor şi a cuantumului acestora. Acest lucru are ca principal efect pozitiv reducerea cantităților de apă aplicate pe terenurile respective, cu implicații favorabile în ceea ce priveşte reducerea consumurilor energetice şi de prevenire a apariției unor efecte negative asupra solurilor.

Totodată, experiența acumulată în timp a arătat că în condițiile pedoclimatice ale țării noastre există unele perimetre în care producția agricolă este mai ridicată şi mai stabilă datorită unei alimentări favorabile a solului cu apa din stratul freatic. Condiția de favorabilitate este complexă şi com-

portă, un echilibru optim între debitul freatic şi evapotranspirație, astfel încât să se excludă atât aportul freatic prea redus datorită prevalenței evapotranspirației potențiale la un nivel freatic foarte scăzut în raport cu textura solului, cât şi aportul freatic excesiv datorită nivelului freatic prea ridicat. Pe de altă parte, este necesară existența unui conținut moderat în săruri în apa freatică, rezultat al unui bilanț echilibrat între intrările şi ieşirile de săruri din sol (Botzan M., 1980, Canarache A. şi colab., 1986).

Cercetările asupra aportului freatic în țara noastră au fost efectuate atât în lizimetre, cu simularea diverselor adâncimi ale nivelului freatic, cât şi în câmpuri experimentale, unde au existat condiții hidrogeologice corespunzătoare.

În literatura de specialitate sunt menționate sursele de erori şi diferențele ce pot apărea între măsurătorile lizimetrice şi adevăratele valori ale evapotranspirației pe care le determină factorii climatici. Acestea se datorează discontinuității vegetației în lizimetru şi în jurul acestuia, acumulării de săruri sau fertilizării în exces, drenajului incomplet în profilul solului, acumulării de energie termică suplimentară de către pereții lizimetrului, fapt care poate amplifica consumul de apă, mărimea capacității de extragere a apei de către rădăcini apropiate de pereții lizimetrului etc. Se mai cunoaşte că, în general, lizimetrele mici supraestimează evapotranspirația. În construcția şi realizarea lizimetrelor, în experimentările având ca obiect aportul freatic, s-a căutat diminuarea, pe cât posibil, a efectelor factorilor menționați anterior, iar durata cercetărilor a fost cuprinsă între 5 şi 10 ani, pentru includerea unor factori climatici cât mai diversificați.

Pentru determinarea experimentală a aportului freatic în teren, corespunzător diferitelor niveluri ale apei freatice, au fost utilizate în unele cazuri terenuri în pantă, cultivate cu aceeaşi plantă, pe care au fost efectuate recoltări de probe de sol de la piciorul pantei, în zona cu cea mai mică adâncime a nivelului freatic, până la vârful pantei, corespunzător zonei fără aport freatic. Adâncimea optimă a nivelului freatic, în aceste cazuri, s-a stabilit în legătură cu producțiile obținute pe o anumită porțiune de-a lungul pantei.

Unele rezultate obținute prin cercetări în diferite condiții climatice şi cu diferite mijloace

Câmpul experimental dintr-o zonă de luncă din Câmpia Covurlui.

Amenajarea hidroameliorativă complexă Câmpia Covurlui, proiectată pe o suprafață de 189000 ha, este amplasată în Câmpia Română, cuprinsă

între Dunăre, Siret și Prut, o parte din aceasta reprezentând prelungirea sudică a Podișului Moldovei. Din suprafața totală a amenajării, cca 75% este situată pe terase, iar 25% în luncile râurilor și văilor interioare.

Poligonul experimental de la Zătun, amplasat în zona de confluență a Prutului cu Dunărea, a fost amenajat în scopul furnizării elementelor tehnice necesare prognozei și avertizării udărilor în condițiile de luncă cu aport freatic (42000 ha în cazul Câmpiei Covurluiului).

Solul pe care s-au efectuat experiențele este unul aluvial-vertic-gleizat, cu un conținut de humus de 1,97-2,74 g/100 g sol și cu o argilozitate pronunțată. Conținutul de azot total variază între 0,157 și 0,296 g/ 100 g sol, înregistrându-se totodată rezerve relativ însemnate ale formelor mobile de fosfor și potasiu. Conținutul total în săruri solubile este scăzut la suprafață, variind între 84 și 95 mg/100 g sol între 0 și 45 cm adâncime, și mai pronunțat în profunzime (230-329 mg/100 g sol între 45 și 120 cm adâncime). Adâncimea apei freatice în perioada de cercetare a variat între 0,95 și 2,0 m, în funcție de regimul pluviometric anual și respectiv de procesul de evapotranspirație.

Raportând precipitațiile anuale înregistrate în intervalul 1992-1996 la media multianuală a acestora pe 50 de ani, de 446,8 mm, rezultă pentru această zonă un an agricol excesiv de secetos (1991-1992 cu 298,8 mm, din care 177,6 mm în perioada de vegetație a culturilor), un an agricol secetos (1993-1994, cu 300,8 mm), un an agricol mediu (1995-1996, cu 339,4 mm) și doi ani ploioși (1992-1993, cu 452,4 mm și 1994-1995, cu 459,5 mm). Sub aspectul regimului termic, se poate aprecia că toți anii din cadrul perioadei analizate, cu excepția anului 1996, au fost călduroși, media temperaturilor anuale fiind de 11,07^0 C, mai ridicată cu 0,67^0 C față de temperatura medie multianuală.

În ceea ce privește amenajarea poligonului experimental de la Zătun-Galați, precum și metodica de cercetare adoptată, aceasta s-a realizat în conformitate cu schema standard concepută în Laboratorul „Exploatarea și Modernizarea Amenajărilor de Irigații și Drenaje" din cadrul ICITID Băneasa-Giurgiu, aplicată pe toate cele cca 20 poligoane, pentru urmărirea bilanțului apei în solurile irigate în arealul tuturor zonelor interesate la irigații din țara noastră (Grumeza N., 1978).

Din cercetările efectuate în cadrul poligonului experimental a rezultat că regimul pluviometric nu a acoperit în întregime cerințele față de apă ale culturilor, fiind necesară aplicarea irigației în marea majoritate a anilor din intervalul de studiu. Experiențele efectuate au arătat totodată o contri-

buţie importantă a aportului freatic ca sursă de acoperire a consumului de apă al culturilor, cantitatea maximă de apă accesibilă plantelor fiind în corelaţie directă cu adâncimea nivelului freatic.

Consumul de apă în perioada de cercetare a avut valori maxime în lunile mai – iunie (47 m^3/ha pe zi) pentru cultura de grâu şi respectiv iulie-august (65 m^3/ha pe zi) pentru porumb boabe, înregistrând valori superioare cu 10-30 % în condiţii de irigare comparativ cu martorul neirigat. Sursele de acoperire ale consumului de apă pentru grâul neirigat (fig. 3.8) au constat din: rezerva de apă din sol = 8%, precipitaţii = 34% şi aport freatic = 58%. Pentru cultura de grâu irigat, acestea au înregistrat următoarele valori: rezerva de apă din sol = 6%, precipitaţii = 31%, aport freatic = 46% şi irigatii = 18%.

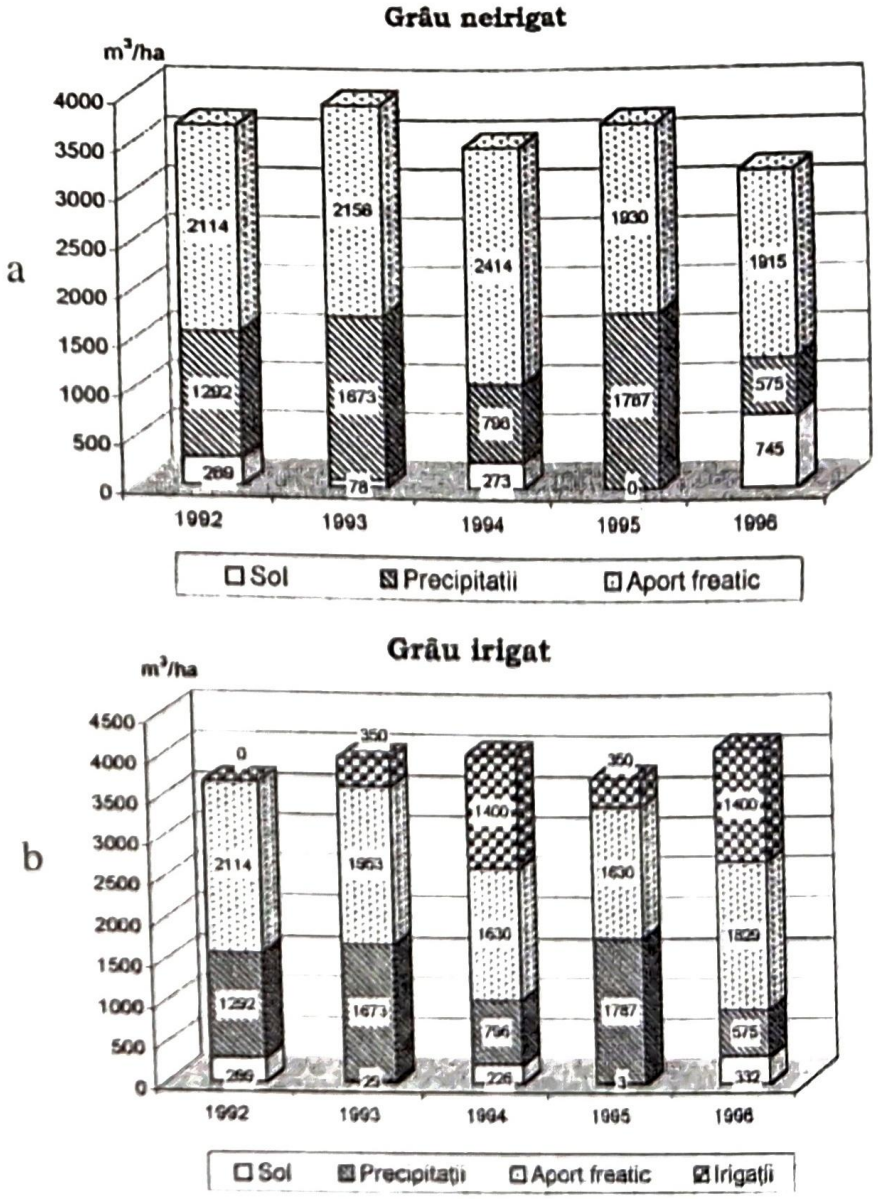


Fig. 3.8. Sursele de acoperire ale consumului de apă la grâul neirigat (a) şi irigat (b) în zonele de luncă ale Câmpiei Covurluiului

La cultura de porumb, în condiții naturale (fig 3.9 a), consumul de apă a fost acoperit în proporție de 9% din rezerva de apă din sol, 33% din precipitații, și 58% din aportul freatic. În condiții de irigație (fig 3.9 b), ponderea rezervei de apă din sol a fost de 2%, a precipitațiilor de 26%, a aportului freatic de 49%, iar a irigațiilor de 23%.

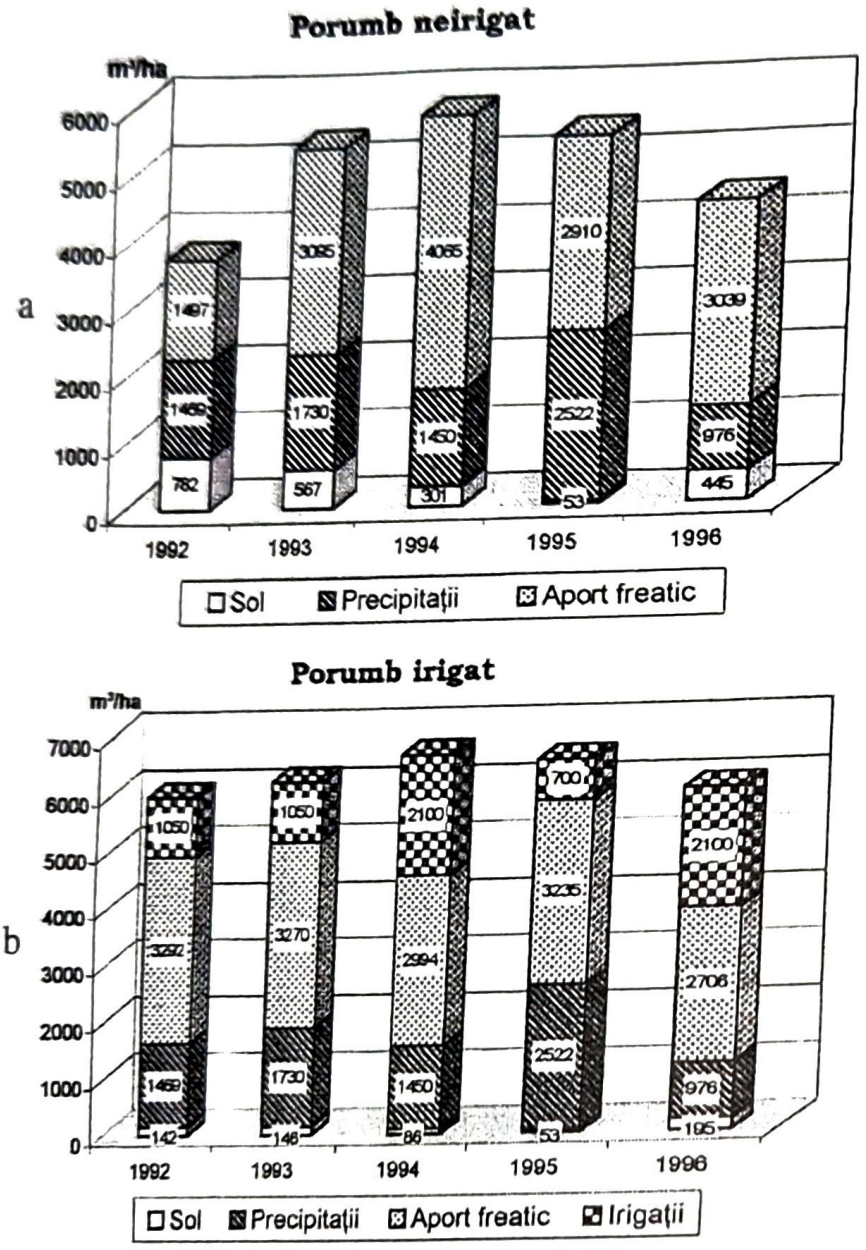


Fig. 3.9. Sursele de acoperire ale consumului de apă la porumbul neirigat (a) și irigat (b) în zonele de luncă din Câmpia Covurluiului

Valorile maxime ale aportului freatic s-au înregistrat pentru adâncimea nivelului freatic de 1,25-1,5 m, fiind cuprinse între 805 m^3/ha pe lună pentru cultura de grâu irigat, respectiv 902 m^3/ha pe lună pentru martorul neirigat și 986 m^3/ha pe lună pentru porumbul irigat, respectiv 974 m^3/ha pe luna pentru martorul neirigat.

Repartiţia lunară a aportului freatic la cultura de grâu, în condiţii optime, a atins valoarea de 16% în luna aprilie, 43% în mai, 38% în iunie şi 3% în iulie. Pentru cultura de porumb boabe, valorile medii înregistrate la repartizarea lunară a aportului freatic au fost de 7% în luna mai, 15% în iunie, 36% în iulie, 33% în august şi 9% în septembrie.

Având în vedere cuantumul semnificativ al aportului freatic din totalul surselor de acoperire a consumului de apă, atât pentru cultura de grâu cât şi pentru cea de porumb din cazul experienţelor efectuate la Zătun-Galaţi, se poate conta pe reduceri substanţiale ale normelor de irigaţie pe terenurile din perimetrul respectiv, sau pe cele cu condiţii naturale asemănătoare (Anghel M. şi Klepş Cr., 1995).

Cercetări efectuate în câmpul experimental de la Beregsău, din Câmpia Timişului. Sunt reprezentative pentru zona climatică moderat călduroasă-subumedă din vestul ţării. Lăcoviştea brună din câmpul de lizimetre are o textura luto-argiloasă, argilo-lutoasă, predominând argila fizică. Sursa de alimentare pentru stratul freatic o constituie precipitaţiile şi circulaţia freatică cu direcţia de scurgere dinspre nord-vest spre nord. Stratul freatic se afla sub presiune, cu nivelul piezometric cuprins între 1 şi 3 m, nivelul maxim fiind specific lunii aprilie, iar cel minim lunii octombrie. Cercetările lizimetrice s-au efectuat pe trei trepte de adâncime ale nivelului freatic (0,65; 1,25; 1,65 m), pentru 3 culturi: lucernă veche, porumb şi grâu.

La culturile cu perioada de vegetaţie lungă, aportul freatic este maxim în lunile cu consum maxim, respectiv iulie şi august. Corelaţia obţinută în urma analizării producţiilor medii de porumb în funcţie de adâncimea nivelului freatic indică producţia maximă (12 t/ha) în jurul adâncimii de 1,10 m. Ţinând seama de rezultatele privind aportul freatic, se poate estima că în acest caz adâncimea optimă a nivelului freatic este cuprinsă între 0,9 şi 1,25 m (Cosma M., şi colab., 1979).

Cercetările în câmpul experimental şi de lizimetre de la Dor Mărunt sunt reprezentative pentru partea centrală a Bărăganului sudic, zona călduroasă-secetoasă din sud-estul ţării. Solul este un cernoziom freatic-umed format pe loess şi prezintă însuşiri excepţionale cu privire la debitul alimentări freatice (dovedite prin producţiile agricole mari obţinute în condiţii naturale) şi cu privire la înălţimea ascensiunii capilare (3,25-4,24 m). Scurgerea subterană dinspre nord spre sud şi precipitaţiile constituie sursa de apă freatică.

Experimentările efectuate în lizimetre pentru cultura de porumb au avut în vedere 5 trepte de adâncime a nivelului freatic: 0,65; 0,95; 1,25; 1,50;

1,70 m. Valoarea aportului freatic obținută este dublă față de cea de la Beregsău (1400-1600 m^3/ha pe lună) și corespunde lunilor cu consum maxim, respectiv iulie și august. Aportul freatic maxim s-a obținut la adâncimea freatică de 0,65 m, dar producția maximă s-a obținut la adâncimea de 1,5 m.

În ceea ce privește aportul freatic efectiv determinat în condiții de câmp experimental, se constată că acesta este puternic influențat de cuantumul precipitațiilor căzute în perioada de vegetație. Astfel, dacă în anii cu precipitații abundente (peste 500 mm) aportul freatic tinde a se anula chiar la adâncimi mai reduse de 2 m, în anii cu precipitații deficitare (sub 200 mm) acesta este încă important chiar la adâncimi ale nivelului freatic de cca 4 m și tinde a se anula abia către 5 m adâncime (Brânzei E., 1981).

Datele din câmpul experimental și poligonul de lizimetre de la Gogoșu, din Câmpia Blahniței, jud. Mehedinți sunt reprezentative pentru zona călduroasă-secetoasă din sud-vestul țării. Din punct de vedere pedologic zona se caracterizează printr-o secvența de psamosoluri, de la cernoziom cambic la lăcoviște, coborând din vârful dunei la fundul de baltă din interdună. Înălțimea ascensiunii capilare la mijlocul pantei dunei este de 0,9 – 1,0 m. Aportul freatic înregistrat într-un lizimetru cu poziția nivelului freatic la 0,9 m adâncime, pentru o cultură de porumb, a fost aproape egal cu cel de la Dor Mărunt, reprezentând peste 70% din consumul total de apă al culturii.

Pentru aceeași cultură a fost determinată corelația multiplă dintre aportul freatic efectiv, adâncimea nivelului freatic și precipitații. Se remarcă reducerea aportului freatic efectiv la adâncimea de 0,5 m a nivelului freatic și scăderea până la anulare a acestuia pentru adâncimea de 2 m. Precipitațiile au redus mult aportul freatic, acesta fiind de 5 ori mai mare într-un an secetos decât într-unul ploios. Pentru aportul freatic maxim de 1300 m^3/ha pe lună a corespuns un nivel freatic de 1,1 m.

Cercetările în condiții de câmp experimental de la Gogoșu indică, pentru porumb, o adâncime optimă a nivelului freatic cuprinsă între 1,10 și 1,40 m (Gogoloiu Gh. și colab., 1976).

Câmpul experimental de la Băileşti, din sud-vestul Câmpiei Olteniei, corespunde zonei climatice călduroase-secetoase, fiind amplasat pe două tipuri de sol situate pe un versant de dună joasă cu expoziție nordică. În cazul nivelului freatic cuprins între 0 și 1 m, solul este o lăcoviște, în timp ce corespunzător celorlalte niveluri, solul este un cernoziom cambic tipic, freatic-umed, nisipo-lutos.

În cercetările efectuate s-a avut în vedere o cultură de sfeclă de zahăr amplasată pe patru niveluri de adâncime ale apei freatice (0-1 m; 1-2 m; 2-3 m și peste 3 m).

În condiţiile anului 1987, în parcelele cu nivel freatic cuprins între 0 şi 1 m s-a constatat o alimentare puternică cu apă a solului pe toată durata de vegetaţie, umiditatea acestuia menţinându-se la valori apropiate de capacitatea de câmp, astfel încât nu a fost necesar să se aplice nici o udare. Sursele de acoperire ale consumului de apă au fost constituite în proporţie de 5-7% din rezerva de apă din sol, 18-21% din precipitaţii şi 73,77% din aport freatic. În cazul parcelelor cu nivel freatic cuprins între 1 şi 2 m ascensiunea capilară a oscilat între 0,85 şi 0,94 m, iar sursele de acoperire ale consumului de apă au fost constituite în proporţie de 8-10% din rezerva de apă din sol, 17-26% din precipitaţii, 38-39% din udări şi 32-33% din aport freatic. În parcelele cu apă freatică de 2-3 m şi peste 3 m adâncime, nu s-a mai evidenţiat aport freatic, umiditatea solului fiind dependentă exclusiv de regimul pluviometric şi udări (Grumeza N., Mercuriev O. şi Kleps Cr., 1989).

Câmpul de lizimetre din Insula Mare a Brăilei se afla în zona climatică călduroasă-secetoasă, cu predominanţa solului aluvial cu textură grea, de fund de baltă, urmată de un sol uşor spre mediu de grind. Înălţimea ascensiunii capilare este de 1,7-2,5 m pe solurile grele, 1-1,75 m pe solurile mijlocii şi sub 1 m pe solurile uşoare-nisipoase, nisipo-lutoase. Sursele de alimentare cu apă a freaticului sunt constituite din precipitaţii şi infiltraţii din Dunăre, în condiţiile unei incinte inelare îndiguite şi desecate printr-o reţea de canale deschise.

Datele obţinute la porumb pe solul greu, pentru trei adâncimi ale nivelului freatic moderat (în raport cu situaţiile de la Dor Mărunt şi Gogoşu), au valoarea maximă în lunile iulie şi august. Sub adâncimea de 1,5 m aportul freatic scade puternic, până la anulare pentru adâncimea de 3,5m. Adâncimea optimă a nivelului freatic, rezultată din cercetările lizimetrice la porumb este cuprinsă între 1 şi 1,25 m (Vişinescu I., 1979).

Câmpul de lizimetre din Lunca Dunării amplasat la Băneasa- Giurgiu se afla în zona călduroasă-secetoasă. În amplasament predomină solul aluvial luto-argilos, argilo-lutos, gleizat sau semigleizat, urmat de soluri aluviale stratificate carbonatice nisipo-lutoase spre luto-nisipoase. Înălţimea ascensiunii capilare este de 1,10 m pe solul argilo-lutos şi 1,75 m pentru cel luto-nisipos. Sursele care alimentează apă freatică sunt precipitaţiile şi infiltraţiile din terasă şi din Dunăre, acestea din urmă fiind considerate ca cele mai importante în condiţiile unei incinte îndiguite şi desecate.

Cercetările lizimetrice s-au efectuat la porumb, cu trei trepte de adâncimi: 0,75; 1,5; 2,5 m, pe trei tipuri de sol: uşor (de grind), mijlociu (inter-

mediar) și greu (fund de baltă). Valorile aportului freatic înregistrate la porumb irigat pe solul luto-argilos sunt mai scăzute față de cele din Insula Mare a Brăilei, cu valoarea maximă în lunile iulie-august. Producția maximă înregistrată în lizimetrele cu sol greu s-a obținut la o adâncime a nivelului freatic de 0,85 m, scăzând de o parte și de alta a acestei adâncimi (Avrigeanu Gh., 1978).

Concluzii privind aportul freatic în diferite condiții naturale ale României

Suprafața terenurilor agricole cu umezire freatică se află într-o permanentă dinamică datorată, în principal, factorului climatic (alternanța anilor ploioși cu cei secetoși) și într-o mai mică măsură factorului antropogen (aria și intensitatea de utilizare a irigației). Amplitudinea mare de variație a nivelului freatic, care face ca ponderea aportului freatic să difere mult de la un an la altul, conduce la concluzia necesității urmăririi permanente (a monitorizării) acestuia, inclusiv prin utilizarea unor programe de modelare și prognoză hidrogeologică.

Ca urmare a variației relativ mari a datelor de aport freatic înregistrate în amplasamentele studiate din cauza condițiilor diferențiate de climă, sol și alimentare a pânzei freatice, este recomandabil ca orice măsuri ce se iau pe linia reducerii normelor de irigații să fie fundamentate numai pe cercetări efectuate în zona respectivă, inclusiv pe urmărirea permanentă a dinamicii umidității solului, pe parcursul exploatării.

Capitolul 4

STABILIREA NECESARULUI DE APĂ PENTRU DIMENSIONAREA SISTEMELOR DE IRIGAȚII ÎN PROIECTARE ŞI PENTRU PROGRAMAREA UDĂRILOR ÎN EXPLOATAREA ACESTORA

În cadrul unui sistem de irigații, vehicularea cantităților de apă care trebuie să ajungă în final la plantă trebuie să pornească de la cerințele față de apă ale fiecărei categorii de culturi. Aceste cerințe sunt în funcție şi de condițiile pedoclimatice caracteristice zonelor unde se execută acest gen de amenajări. La baza acestora stau cercetări de lungă durată efectuate în câmpuri experimentale staționare amplasate în toate zonele interesate la irigații (N. Grumeza, O. Merculiev, Cr. Klepş, 1989), constituind una dintre preocupările centrale ale Institutului de Cercetare şi Inginerie Tehnologică pentru Irigații şi Drenaje (ICITID).

În cadrul acestor câmpuri de cercetare, obiectivul principal l-a constituit stabilirea consumului de apă al culturilor, din care derivă de fapt şi celelalte aspecte, care privesc *parametrii necesari dimensionării sistemelor de irigații*, inclusiv cei utilizați în *prognoza, respectiv programarea aplicării udărilor*, în activitatea de exploatare. În legătură cu cercetările în cauză, trebuie precizat faptul că de rezultatele acestora depinde volumul de investiții necesare, care revin fiecăreia din componentele, care constituite într-un tot constructiv şi funcțional sistemul de irigație, respectiv: stațiile de pompare şi de punere sub presiune, canalele de aducțiune şi de distribuție, conductele îngropate, podețe, subtraversări, dispozitive accesorii etc. Aceasta, întrucât la baza calculului de dimensionare al unui sistem de irigații se află cantitățile de apă care se preiau de la priza de alimentare şi se transportă apoi în interiorul întregii amenajări pentru irigații. Or, aceste cantități de apă sunt dictate tocmai de cerințele culturilor irigate, la care s-a făcut referire.

După cum se va vedea, în cele ce urmează, atât în calculele privind dimensionarea sistemelor de irigații cât şi în acelea privind activitatea de exploatare a acestora, se recurge şi la unele formule (procedee) pentru calculul evapotranspirației de referință (ETo). De bază însă rămâne *consumul de apă real stabilit direct* în câmpurile experimentale, evapotranspirația

de referință reprezentând un mijloc ajutător, în metodologiile de aplicare în practică a rezultatelor cercetărilor efectuate, în scopurile menționate. Această evapotranspirație de referință (ETo), mai nou, înlocuiește de fapt evapotranspirația potențială (ETp), de care se făcea uz în trecut, având în vedere în special faptul că, practic, uneori, se întâmplă că în unele perioade evaporația reală, maximă etc. să depășească valoarea evapotranspirației potențiale rezultată din unele formule de calcul sau din evapotranspirometre etc. De aceea s-a recurs la această noțiune, respectiv la aceea de ETo.

4.1. PRINCIPALII PARAMETRI FOLOSIȚI ÎN METODOLOGIA DE CALCUL A NECESARULUI DE APĂ PENTRU DIMENSIONAREA SISTEMELOR DE IRIGAȚII

Această metodologie pornește de la consumul real al plantelor în condiții de irigații (ETR opt.), stabilit prin cercetări în teren în diferite condiții naturale, la care anterior s-a făcut referire. Conform normelor în vigoare, în proiectarea sistemelor de irigații, este necesar a se cunoaște care este consumul de apă real optim (ETR opt.) la asigurări de calcul diferite, fapt care impune stabilirea acestuia pe perioade lungi (de regulă un șir neîntrerupt de minimum 25-40 ani). Întrucât așa ceva nu exista până în prezent (sunt rezultate ale cercetărilor pe mulți ani, dar nu chiar atât și nu pentru toate zonele interesate la irigații), s-a recurs la folosirea datelor de consum de apă la nivelul la care acestea există, pentru extrapolarea pe un șir mare de ani, în raport de cerințele activității de proiectare. Pentru efectuarea acestei operații a fost necesară obținerea evapotranspirației de referință (Eto) lunară pe șirul de ani necesari scopului urmărit, care apoi să fie transformată în ETR opt., cu ajutorul unor „așa-zișI" coeficienți de corecție lunari (Kc) rezultați din raportarea consumului de apă al plantelor determinat prin cercetări efectuate în teren, la evaporația de referință corespunzătoare anilor și lunilor în care au fost executate cercetările respective. Prin noțiunea de ETR opt trebuie înțeles consumul de apă al plantelor care se obține prin menținerea umidității solului între plafonul minim și capacitatea de câmp pentru apă, prin care se obțin producții mari (dar nu întotdeauna maxime), în condiții economice. Metoda cea mai potrivită pentru calculul Eto a fost considerată cea elaborată de Thornthwaite, după un calcul comparativ dintre diferitele metode elaborate de diferiți autori (M. Botzan și C. Ionescu, 1966). Aceasta ținând seama în principal de posibilitatea obținerii datelor care intră în formula respectivă de calcul (temperatura în cazul de față). Din acest punct de vedere se cunoaște că în toate stațiile

meteorologice de pe teritoriul ţării noastre există înregistrări privind acest factor climatic. Tot într-un studiu de acest gen, Lecarpantier (1984) consideră că pentru toate zonele temperate, metoda Blaney-Criddle supraestimează rezultatele, în timp ce aceea elaborată de Papadakis le subestimează, *considerând ca fiind cea mai indicată, metoda Thornthwaite.*

Aşa după cum am specificat, pentru calculul necesarului de apă în raport de cerinţele dimensionării sistemelor de irigaţii, valoarea evapotranspiraţiei de referinţă (Eto) trebuie corectată cu coeficienţi de corecţie (Kc), proprii fiecărei culturi şi fiecărei luni din perioada de vegetaţie.

Aceşti coeficienţi sunt stabiliţi pentru zonele aferente câmpurilor experimentale unde s-au efectuat cercetări staţionare şi de durată la care s-a mai făcut referire. Sunt rezultate medii pe perioadele în care s-au executat cercetările respective, fapt pentru care durata de cercetare poate fi diferită, în funcţie de data începerii cercetărilor în amplasamentul respectiv, în orice caz suficientă pentru veridicitatea rezultatelor obţinute potrivit scopului urmărit. Este vorba de rezultatele obţinute până în prezent reprezentând un anumit stadiu. Prin cercetările care se continuă, din acest punct de vedere, unele rezultate obţinute şi pentru alte zone întrunind numărul de ani necesari vor fi de natură să contribuie la îmbunătăţirea activităţii din domeniu.

Principalii parametri utilizaţi în dimensionarea sistemelor de irigaţii sunt prin urmare *coeficienţii de corecţie* (Kc) anterior menţionaţi, rezultaţi din raportarea consumului de apă din câmpurile de cercetare, la evapotranspiraţia de referinţă. Cu ajutorul acestora se stabileşte consumul de apă lunar din perioada de vegetaţie al fiecărei plante pentru zona pedoclimatică unde se proiectează o asemenea amenajare.

Aceşti parametri, prezentaţi în tabelul 4.1, sunt calculaţi pentru un număr de 20 de amplasamente de cercetare reprezentative pentru condiţiile naturale de climă şi sol aferente acestor localizări. Rezultatele cercetărilor, efectuate într-un număr mai mare de amplasamente comparativ cu cele cuprinse în „Instrucţiunile tehnice privind metodologia de determinare a necesarului de apă de irigaţie al culturilor agricole ICITID Băneasa-Giurgiu I.D. 1. 1985", conţin date mai cuprinzătoare în ceea ce priveşte zonele pedoclimatice avute în vedere (este vorba aici de 20 de amplasamente faţă de 11 câte erau cuprinse în instrucţiunile amintite). De asemenea, rezultatele se referă la un număr mai mare de ani, contându-se astfel pe o mai mare precizie a acestor date, care evident va conduce şi la o îmbunătăţire a dimensionării sistemelor de irigaţie. Aceasta fiind valabilă şi în ceea ce priveşte *revizuirea necesarului de apă în operaţia de retehnologizare a amenajărilor de irigaţii din România.*

Tabelul 4.1

Coeficienții de corecție ai evaporației de referință (ETo), calculată după metoda Thornthwaite în Câmpia Română

Punctul experimental	MAGLAVIT-CALAFAT (1976 - 1990)						CARACAL (1969 - 1990)						DRĂGĂNEȘTI-TELEORMAN (1975-1990_					
Luna / Cultura	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Grâu	1.63	1.27	0.88	-	-	-	1.83	1.41	0.80	0.49	-	-	1.50	1.63	1.42	-	-	-
Porumb	1.02	0.87	1.40	1.52	1.34	-	0.90	0.76	0.97	1.13	1.00	0.79	0.95	1.13	1.37	1.22	0.88	0.91
Sfeclă	1.24	1.01	1.40	1.52	1.35	-	1.02	1.08	1.11	0.99	0.97	0.80	0.93	1.27	1.01	1.18	1.01	0.89
Lucernă	1.55	1.26	1.40	1.33	1.49	1.26	1.72	1.25	0.97	1.03	0.91	1.02	1.71	1.31	1.40	1.10	1.18	1.00
Soia	1.16	0.91	1.39	1.46	1.33	1.12	1.12	0.86	0.98	1.00	0.90	0.24	0.60	1.17	1.24	0.94	1.35	-
Fl.-soarelui	1.06	1.04	1.64	1.44	0.83	-	0.94	1.05	1.25	1.21	0.64	-	1.31	1.80	1.13	1.07	1.13	-
Cartof	1.19	1.10	1.25	1.31	-	-	1.26	0.91	1.02	1.81	0.53	-	0.86	1.36	1.20	1.38	0.61	-
Fasole	1.04	0.80	1.41	1.29	-	-	1.05	0.78	0.96	0.84	-	-	0.86	1.21	1.12	0.80	-	-
Porumb siloz	-	-	0.98	0.96	1.31	1.45	-	-	-	0.74	0.80	0.99	-	-	-	0.74	1.11	1.44
Punctul experimental	BĂNEASA-GIURGIU (1975 - 1990)						BERCENI-ILFOV (1977 - 1990)						ȘIMNIC-CRAIOVA (1986 - 1990)					
Luna / Cultura	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Grâu	2.28	1.43	0.97	-	-	-	2.23	1.78	1.06	-	-	-	2.03	1.45	0.94	0.61	-	-
Porumb	1.29	0.89	1.10	1.15	1.16	1.01	1.05	0.98	1.21	1.29	1.48	1.41	0.69	0.70	0.87	1.02	1.15	0.75
Sfeclă	1.35	0.75	1.25	1.12	1.21	0.93	1.32	1.02	1.06	1.33	1.42	1.27	0.85	0.67	0.78	0.95	1.13	0.79
Lucernă	1.55	1.05	1.08	1.15	1.30	1.23	1.53	1.17	1.14	1.15	1.44	1.39	1.23	0.78	0.84	0.98	1.23	0.72
Soia	-	1.05	1.12	1.15	1.07	0.74	1.09	1.00	1.07	1.37	1.46	0.93	0.77	0.68	0.91	0.91	0.93	0.63
Fl.-soarelui	1.12	1.06	1.17	1.23	1.02	-	1.32	1.13	1.36	1.41	0.95	-	0.87	0.72	0.82	0.93	0.92	0.86
Cartof	1.54	0.86	1.23	1.10	0.86	-	-	1.04	1.13	1.14	1.02	-	1.02	0.70	0.97	0.89	0.56	-
Fasole	-	0.92	1.05	1.01	0.56	-	1.48	1.04	1.14	1.12	0.86	-	0.79	0.66	0.86	0.69	0.46	-
Porumb siloz C.D.	-	-	-	0.83	1.03	1.31	-	-	-	0.73	1.36	1.52	-	-	-	0.58	1.18	1.49

Tabelul 4.1 (continuare)

Punctul experimental	DOR MĂRUNT (1975 - 1990)						MĂRCULEŞTI (1969 - 1990)						BRĂILA – TERASĂ (1969 - 1990)					
Luna / Cultura	IV	V	VI	VII	VIII	XI	IV	V	VI	VII	VIII	XI	IV	V	VI	VII	VIII	XI
Grâu	1.47	1.25	1.10	1.25	-	-	1.73	1.59	1.19	0.65	-	-	1.37	1.36	1.26	-	-	-
Porumb	0.80	0.69	0.95	1.18	1.01	0.78	-	0.77	1.14	1.55	1.19	0.70	-	0.67	0.96	1.11	1.20	0.97
Sfeclă	1.05	0.85	1.04	1.11	0.93	1.02	0.91	0.93	1.22	1.41	1.11	0.92	1.01	0.92	1.18	1.17	1.09	1.00
Lucernă	1.59	0.99	0.99	0.98	0.93	1.05	1.29	1.09	1.33	1.31	1.28	1.07	1.10	1.14	1.24	1.09	0.90	-
Soia	1.01	0.62	1.03	1.01	1.06	0.83	-	0.74	1.19	1.46	1.21	0.51	-	0.65	1.04	1.12	0.90	0.76
Fl.-soarelui	1.01	0.94	1.25	1.12	0.73	-	-	0.85	1.51	1.36	0.69	-	0.65	0.91	1.20	1.12	0.77	-
Cartof	0.96	0.92	1.06	0.94	0.61	-	-	0.92	1.33	1.19	0.68	1.04	1.05	0.80	1.05	0.94	0.79	-
Fasole	0.41	0.69	1.02	0.87	0.59	-	-	0.66	1.09	1.25	0.59	-	-	0.69	0.99	1.04	0.79	-
Porumb siloz C.D.	-	-	-	0.52	1.05	1.38	-	-	-	0.51	0.96	0.99	-	-	-	0.43	0.82	1.14

MOLDOVA

Punctul experimental	COSMEŞTI (1976 - 1990)						PODU ILOAIEI (1969 - 1990)						SUCEAVA (1970 – 1990					
Luna / Cultura	IV	V	VI	VII	VIII	XI	IV	V	VI	VII	VIII	XI	IV	V	VI	VII	VIII	XI
Grâu	1.69	1.50	1.40	-	-	-	1.66	1.20	1.08	0.63	-	-	1.45	1.11	1.30	0.84	-	-
Porumb	0.78	0.87	1.24	1.23	1.22	1.36	0.85	0.70	0.85	1.01	1.00	1.06	-	0.77	1.07	1.16	1.12	1.37
Sfeclă	1.35	0.87	1.21	1.34	1.26	1.22	0.78	0.71	0.93	0.96	0.96	1.02	0.81	0.83	1.20	1.22	1.05	1.04
Lucernă	1.80	1.18	1.13	1.24	1.16	1.41	1.17	0.93	0.93	0.93	0.98	0.97	1.02	0.95	1.17	1.17	1.02	1.37
Soia	0.91	0.83	1.07	1.26	1.26	1.26	-	0.65	0.87	0.99	1.04	1.02	-	-	-	-	-	-
Fl.-soarelui	1.35	1.04	1.21	1.32	1.20	-	1.25	0.76	0.88	1.01	0.71	0.77	-	-	-	-	-	-
Cartof	1.20	1.00	1.08	1.33	1.13	-	0.82	0.67	0.98	0.93	0.84	-	0.77	0.79	1.25	1.12	0.89	-
Fasole	-	0.84	1.20	1.08	1.01	-	-	0.66	0.87	0.84	0.77	-	-	0.75	1.32	1.11	1.02	-
Porumb siloz C.D.	-	-	-	0.68	1.16	1.44	-	-	-	0.46	0.83	1.06	-	-	-	-	-	-

Tabelul 4.1 (continuare)

Câmpia de Vest a Transilvaniei

Punctul experimental	ORADEA (1969 - 1990)						ARAD (1970 - 1990)						TIMIŞOARA (1979 - 1990)					
Luna / Cultura	IV	V	VI	VII	VIII	XI	IV	V	VI	VII	VIII	XI	IV	V	VI	VII	VIII	XI
Grâu	1.68	1.36	1.34	0.58	-	-	1.49	1.47	1.19	0.69	-	-	-	-	-	-	-	-
Porumb	0.91	0.63	1.25	1.38	1.25	1.18	-	0.94	1.09	1.24	1.26	0.95	1.13	0.90	0.97	1.15	0.99	0.71
Sfeclă	1.08	0.98	1.27	1.26	1.30	1.24	1.12	1.07	1.14	1.26	1.08	1.07	-	-	-	-	-	-
Lucernă	1.39	1.23	1.34	1.18	1.28	1.24	1.63	1.04	1.20	1.10	1.01	1.04	-	-	-	-	-	-
Soia	1.00	0.83	1.20	1.32	1.26	1.01	-	0.98	1.17	1.19	1.17	1.04	1.05	0.90	0.98	1.07	0.96	0.72
Fl.-soarelui	0.96	0.86	1.30	1.39	1.11	0.84	-	1.08	1.31	1.20	-	-	-	-	-	-	-	-
Cartof	1.03	0.94	1.27	1.14	0.87	0.94	-	0.83	1.20	1.13	0.86	-	-	-	-	-	-	-
Fasole	1.11	0.84	1.17	1.04	0.78	-	-	0.88	1.17	1.07	0.37	-	-	-	-	-	-	-
Porumb siloz C.D.	-	-	-	0.90	1.14	1.20	-	-	-	0.77	1.14	1.15	-	-	-	-	-	-

DOBROGEA — PODIŞUL TRANSILVANIEI — CÂMPIA PITEŞTIULUI

Punctul experimental	VALU LUI TRAIAN (1969 - 1990)						CLUJ (1978 - 1990)						CĂTEASCA (1979 - 1990)					
Luna / Cultura	IV	V	VI	VII	VIII	XI	IV	V	VI	VII	VIII	XI	IV	V	VI	VII	VIII	XI
Grâu	2.10	1.84	0.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.46	1.40	1.01	1.04	-	-
Porumb	0.77	0.59	0.90	1.47	1.42	0.75	1.56	1.11	1.02	1.10	1.16	1.02	0.48	0.51	1.00	1.12	1.11	1.03
Sfeclă	0.95	0.94	1.47	1.55	1.37	0.99	1.31	1.11	1.11	1.25	1.09	1.01	-	1.08	1.03	1.21	1.19	1.19
Lucernă	1.62	1.25	1.13	1.16	1.23	1.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soia	1.25	0.68	0.98	1.43	1.15	0.61	-	-	-	-	-	-	0.78	0.91	0.98	1.12	1.01	1.09
Fl.-soarelui	0.76	0.88	1.44	1.12	0.44	-	-	-	-	-	-	-	0.83	1.11	1.11	1.16	0.80	-
Cartof	0.91	1.11	1.64	1.55	0.89	-	1.34	1.07	1.23	1.10	1.02	0.84	-	-	-	-	-	-
Fasole	1.01	0.63	1.13	0.93	0.53	-	-	-	-	-	-	-	-	1.14	1.08	0.99	0.72	-
Porumb siloz C.D.	-	-	-	0.63	0.87	1.18	-	-	1.09	0.95	1.38	1.23	-	-	-	0.51	1.05	1.34

Tabelul 4.1 (continuare)

Punctul experimental	NISIPURI MALU MARE (1969-1990)						LUNCA DUNĂRII (fără aport freatic) INSULA MARE A BRĂILEI (1980-1990)					
Luna / Cultura	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Grâu	1.68	1.17	0.89	-	-	-	1.21	1.38	1.42	0.67	-	-
Porumb	0.75	0.67	1.15	1.11	0.77	0.55	-	0.83	1.07	1.22	-	1.02
Sfeclă	-	-	-	-	-	-	0.86	1.11	1.18	1.24	1.22	1.11
Lucernă	0.95	0.86	1.01	1.03	0.76	0.62	1.41	1.10	1.10	1.29	1.24	1.11
Soia	0.95	0.79	1.03	1.12	0.76	0.56	1.23	0.84	1.09	1.15	0.96	0.91
Fl.-soarelui	1.13	0.84	1.15	1.14	0.66	-	-	0.72	0.81	1.00	0.89	-
Cartof	1.19	0.83	0.91	-	--	-	1.20	0.98	1.05	1.08	1.14	-
Fasole	-	0.69	1.07	0.85	-	-	1.00	0.74	1.02	1.04	0.89	-
Porumb siloz	-	-	-	0.69	0.78	0.74	-	-	-	0.48	1.11	1.43

În metodologia de dimensionare mai sunt incluşi, de asemenea, şi alți parametri, cum ar fi *rezerva inițială de apă din sol*, pentru fiecare cultură şi zonă pedoclimatică, stabilită ca medie multianuală tot pe baza cercetărilor de durată (subcap. 2.3.4.). De asemenea, *indicii hidrofizici*, respectiv capacitatea de câmp (CC) şi coeficientul de ofilire (Co) ca şi D.A. etc., a căror valoare orientativă pentru principalele tipuri de sol se prezintă în tabelele 2.6, 2.7, într-un capitol anterior. În mod normal aceştia trebuie să fie determinați în condiții concrete, pentru fiecare caz în parte.

Procedeul de utilizare a coeficienților de corecție (Kc) în proiectare, se bazează, ca şi în cercetare, pe un bilanț al apei. Astfel, în cercetare se întocmesc bilanțuri lunare pornind de la o rezervă inițială, la care se adaugă precipitațiile înregistrate, udările aplicate şi eventual aportul freatic, din care se scade rezerva finală, deducându-se astfel, *consumul de apă rezultat din procesul de evapotranspirație.*

În proiectare se întocmeşte un asemenea bilanț pentru tot şirul de ani avuți în vedere, în care elementul care urmează a se obține este *necesarul lunar de apă pentru irigat.* Aşa după cum s-a mai arătat, calculele privind bilanțul apei în sol şi respectiv ale normelor de irigație lunare, trebuie efectuate pentru şiruri de ani consecutivi (minimum 25-40 ani), fără întreruperi. În cadrul acestui bilanț se porneşte de la o rezervă de apă inițială, stabilită prin cercetări în câmpurile de cercetare amplasate în diferite condiții pedoclimatice, la care anterior s-a făcut referire. *Grosimea stratului de sol* considerat pentru înmagazinarea apei necesară plantelor variază în

funcţie de plantă (în legătură cu dezvoltarea sistemului radicular şi în funcţie de tipul de sol). Orientativ, adâncimea care trebuie umezită în cazul Dobrogei şi Bărăganului este de 0,75 m la fasole, grâu, culturi legumicole între 15 şi 31 iulie. Această adâncime de umezire creşte la 1,00 m, de asemenea, în cazul Dobrogei şi Bărăganului, pentru culturile de lucernă anul I, floarea-soarelui, sfeclă, cartofi, soia, viţă-de-vie, iar pentru lucernă şi pomi la 1,25 m. Pentru celelalte zone adâncimea de umezire a solului luată în calcul, tot orientativ, este de 0,50 m în cazul primei categorii de culturi, pentru cea de-a doua, respectiv a treia categorie, este de 0,75 şi 1,00 m.

În stabilirea regimului optim de umiditate al plantelor cultivate se are în vedere faptul că în afara perioadei de vegetaţie nu este nevoie să se ţină seama de o anumită limită minimă a rezervei de apă din sol (plafon minim) care ar putea teoretic să scadă până la nivelul coeficientului de ofilire. În această perioadă se ţine seama de o adâncime maximă (H) în care se poate înmagazina apa folosită de plante. În perioada de vegetaţie însă provizia de apă trebuie să se înscrie între cele două rezerve: minimă (plafonul minim) şi maximă (capacitatea de câmp), calculele făcându-se pe adâncimea *h* în care se dezvoltă masa principală a rădăcinilor plantelor, despre care s-a amintit anterior.

În ceea ce priveşte *udarea de aprovizionare*, în condiţiile ţării noastre se recomandă a se executa toamna târziu (de regulă înaintea însămânţării culturilor de toamnă) sau primăvara timpuriu înaintea însămânţării culturilor de primăvară. Este absolut necesară, pentru asigurarea umidităţii pentru răsărirea plantelor mai ales atunci când apar intervale secetoase în aceste perioade. Aceste udări nu influenţează dimensionarea sistemului de irigaţii. Mărimea acestora, care de fapt sunt echivalente cu udarea de răsărire, variază de regulă între 200 şi 400 m^3/ha, în funcţie şi de metoda de udare utilizată.

Etapele de calcul ale necesarului de apă pentru dimensionarea sistemelor de irigaţii se concretizează în următoarele operaţiuni: determinarea consumului de apă optim (ETR opt), stabilirea normelor lunare şi anuale pentru irigaţii, calculul normei de irigaţie asigurate şi al celei de udare şi calculul hidromodulelor pentru dimensionare.

Pentru efectuarea acestor operaţiuni trebuie să se dispună de o serie de *studii specifice* zonei interesate la irigaţie:

- studiul climatic (temperaturi si precipitaţii pe şirul de ani la care anterior s-a făcut referire), date care se preiau de la staţia meteorologică reprezentativă pentru zona în cauză;

- studiul pedologic (principalele tipuri de sol, proprietăţile fizice şi hidrofizice ale acestora, în special capacitatea de câmp pentru apă, coeficientul de ofilire şi densitatea aparentă, precum şi proprietăţile chimice, pe adâncimea stratului luată în calcul);

- studiul hidrogeologic, concretizat în final în hărţi reprezentând izofreate minime, maxime şi medii, hidroizohipse;

- studiul calităţii apei de irigaţie;

- structura planului de cultură stabilit cu beneficiarii terenurilor propuse spre amenajare, incluzând proporţia în care se află fiecare cultură.

Determinarea normelor de irigaţie lunare de dimensionare şi a elementelor care servesc operaţiei de dimensionare

Concret, în practica proiectării, norma de irigaţie pentru dimensionare se stabileşte clasând în ordinea descrescătoare valorile normelor lunare caracteristice fiecărei luni din şirul de ani luaţi în considerare. Pe baza acestui şir de valori se aleg normele corespunzătoare asigurării de calcul de 80% din fiecare lună din perioada de vegetaţie. Din aceste valori lunare, se alege valoarea cea mai mare care dimensionează sistemul, care de regulă apare în luna iulie (câteodată poate fi iunie sau august). Această asigurare este acceptată în prezent în metodologia de proiectare de la noi din ţară ca de altfel şi din alte ţări – în viitor putând suferi unele modificări. Menţionăm că asigurarea de calcul este o problemă aflată în atenţia specialiştilor. La noi, s-au făcut şi se fac încă multe investigaţii pe această temă. Toate au în vedere în primul rând specificul condiţiilor din ţara noastră.

În ceea ce priveşte norma de irigaţie anuală, tot în cadrul actualei metodologii de proiectare, aceasta se ia în considerare cu asigurarea de 50%, servind pentru efectuarea unor calcule tehnico-economice. Se stabileşte, luând în considerare valorile medii ale necesarului de apă, alegându-se din şirul de ani acele valori care corespund respectivei asigurări.

Valoarea normei de irigaţie din luna de vârf, asigurată 80%, constituie elementul de bază în dimensionarea sistemului. Această normă de irigaţie exprimată în volum se transformă în debit, în litri pe secundă la hectar.

Elementele folosite în stabilirea debitelor de dimensionare ale reţelelor de transport ale apei pot fi:

Hidromodulul de udare maxim (qu. max.), denumit şi debit specific maxim, care se calculează pe baza relaţiei:

$$\text{qu. max} = \frac{M \max}{T \times t}$$

în care:

qu. max reprezintă hidromodulul de udare maxim, în l/s;

M max - norma maximă de udare aplicată la culturile care se irigă, în m^3/ha;

T – durata udării în zile;

t – durata udării într-o zi în secunde.

Hidromodulul de udare ponderat (qu. pond) reprezintă valoarea cea mai mare din graficul hidromodulului coordonat. Coordonarea acestui grafic se face astfel încât să reprezinte pe cât posibil perioade lungi cu aceeaşi mărime, pentru a se crea astfel condiţii pentru durate mari de funcţionare a canalelor cu acelaşi debit, pentru a se facilita astfel modul de exploatare al sistemului.

În cadrul hidromodulului ponderat, se au în vedere mai multe culturi, care intră în componenţa unui asolament, fiecare într-un anumit procent.

În proiectarea unui sistem de irigaţie, debitul specific, respectiv hidromodulul de udare se utilizează în mod diferit, de la caz la caz. Astfel, spre exemplu, la punctul de priză se are în vedere hidromodulul ponderat rezultat din luarea în considerare a unei structuri de culturi, fiecare cultură în proporţia în care participă, la o funcţionare de 24 de ore din 24.

În cazul dimensionării staţiei de punere sub presiune deservind un „plot de irigare" se ia în considerare norma de udare a culturii principale şi timpul de funcţionare de 20 de ore, din 24. Acestea sunt unele cazuri posibile la punctele de priză sau staţii de pompare şi de punere sub presiune, prezentate exemplificativ.

În ceea ce priveşte dimensionarea canalelor de irigaţii, de asemenea pot apărea situaţii diferite. Astfel, spre exemplu, debitul unui canal de aducţiune rezultă din înmulţirea debitului specific (hidromodulul ponderat) cu suprafaţa deservită. Alta este însă situaţia dimensionării canalelor distribuitoare de diferite ordine, a canalelor provizorii etc., inclusiv a conductelor îngropate, utilizate în diferite metode de udare.

În orice caz, în toate situaţiile mai sus menţionate, care de altfel nu sunt singurele (acestea sunt expuse, de asemenea, cu caracter exemplificativ), la debitul net rezultat prin folosirea hidromodulului de udare, trebuie să se adauge pierderile din apa de irigat, respectiv randamentul diferitelor componente ale sistemului de irigaţie. De asemenea, trebuie să se aibă în vedere randamentul udării în câmp, care este în funcţie de pierderile prin evaporaţie (mai ales în cazul aspersiunii), cele rezultate din reţinerea apei pe plante (tot în cazul aspersiunii), precum şi cel prin infiltraţii etc.

4.2. PARAMETRII PENTRU DETERMINAREA MOMENTULUI (PERIOADEI) UDĂRII ŞI A CANTITĂȚILOR DE APĂ CARE SE APLICĂ (PROGNOZA, AVERTIZAREA ŞI PROGRAMAREA UDĂRILOR), CONFORM METODOLOGIEI ELABORATĂ DE ICITID, FOLOSITĂ CURENT ÎN SISTEMELE DE IRIGAȚII

Aşa după cum s-a mai menționat, rezultatele cercetărilor privind consumul de apă al culturilor sunt folosite şi în ceea ce priveşte prognoza, avertizarea şi programarea udărilor în amenajările de irigație, în activitatea de exploatare a acestor amenajări. Faptul că parametrii utilizați în dimensionarea sistemelor de irigații ca şi cei folosiți în prognoza şi programarea udărilor pornesc de la aceeaşi bază şi anume, *consumul de apă real al plantelor*, determinat direct în câmpurile de cercetare situate în condiții concrete pedoclimatice, constituie o garanție, prin care se elimină unele neconcordanțe posibile, între dimensionarea unor componente ale amenajărilor, respectiv capacitatea de transport a acestora, pe de o parte, şi cantitățile de apă efectiv necesare plantelor, pe de altă parte. Astfel, în cazul în care acest lucru nu ar fi realizat (prin utilizarea unor metodologii sprijinite pe consumul de apă stabilit în moduri diferite spre exemplu (fapt care se întâmplă de altfel în unele țări), această deficiență posibilă, datorită neconcordanței la care s-a făcut referire, se reflectă negativ în programul de aplicare a udărilor. Aceasta, cu urmări de multe ori păgubitoare asupra producțiilor culturilor agricole şi cu necesitatea unor intervenții pentru remedierea situațiilor create, intervenții care angrenează bineînțeles şi costuri legate de lucrările în plus, care trebuie executate pe parcursul exploatării. Remedierile de acest gen pot apărea necesare începând cu ultimele componente ale rețelei de irigație şi mergând până la priza de apă din sursă.

Revenind la situația din țara noastră, cercetările privind consumul de apă al plantelor s-a efectuat în paralel cu acelea privind evaporația din *două tipuri de evaporimetre: „Bac clasa A" şi „Piche"*. Primul tip de evaporimetru se utiliza frecvent în unele state din SUA ca şi în unele țări din Asia, Europa etc., iar cel de-al doilea, mai ales în Franța, Italia etc. Pentru țara noastră, de comun acord cu forurile coordonatoare a activității de exploatare a sistemelor de irigații, s-a convenit a se utiliza în producție *evaporimetrul de tip Bac clasa A*.

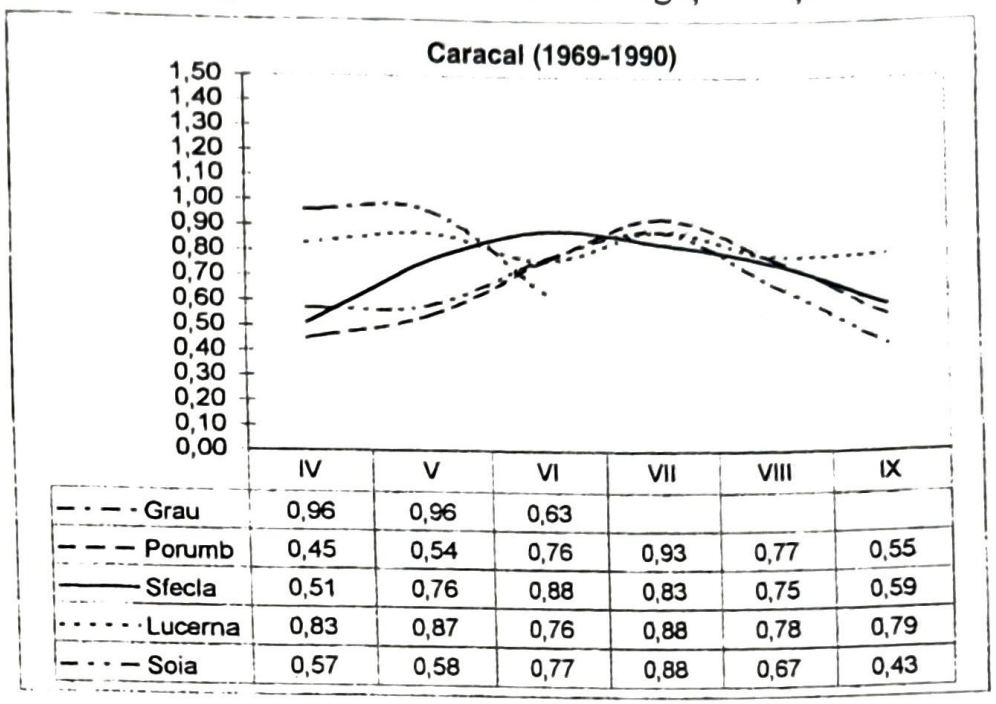
Facem precizarea că acest instrument pentru studiul evaporației este din categoria acelora folosite în meteorologie. A fost adoptat pentru unele scopuri în irigație printre care acela al stabilirii momentului (perioadei)

aplicării udării, în condiţiile (dar numai în acele condiţii) în care se stabilesc acei coeficienţi prin care evaporaţia din cadrul acestor evaporimetre este convertită în consum de apă cu ajutorul coeficienţilor de transformare (Kt). Coeficienţii respectivi, ca şi în proiectare (în operaţia de dimensionare a sistemelor de irigaţii), se obţin din raportarea consumului de apă rezultat din cercetările efectuate în câmpurile experimentale, la evaporaţia de referinţă (Eto), care în acest caz rezultă din evaporaţia produsă din evaporimetrul de tip Bac clasa A. Aceşti coeficienţi se calculează lunar, fiind proprii fiecărei luni din perioada de vegetaţie a fiecărei culturi.

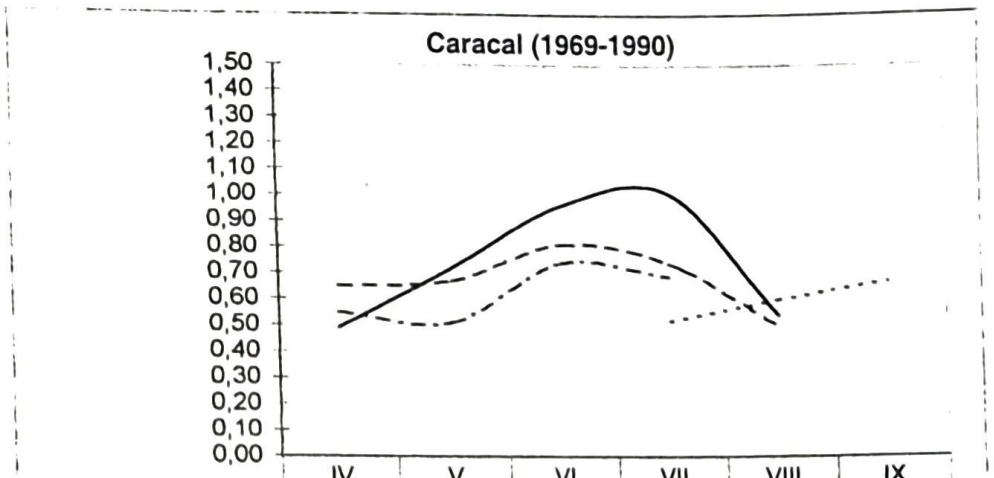
De regulă, mărimea coeficienţilor respectivi evoluează în cursul perioadei de vegetaţie, crescând până în lunile iunie, iulie şi scăzând apoi în continuare, până în septembrie, octombrie, la culturile prăşitoare şi furajere. În general sunt subunitari la începutul şi către sfârşitul perioadei de vegetaţie, valorile cele mai mari, aproape de unitate şi chiar peste, înregistrându-se în lunile iunie, iulie şi uneori august. Aceasta având în vedere faptul că evapotranspiraţia culturii creşte pe măsură ce cultura devine tot mai încheiată, după răsărit acoperind tot mai uniform terenul. În felul acesta evapotranspiraţia culturii se apropie tot mai mult de evapotranspiraţia de referinţă (Eto).

În ţara noastră, aşa după cum s-a arătat, aceşti coeficienţi s-au stabilit ca valori lunare. Pentru a veni în sprijinul activităţii practice de exploatare au fost reprezentaţi sub formă de curbe. În felul acesta se creează posibilitatea utilizării în procesul de prognoză şi programarea udărilor, având la dispoziţie valori ale acestora pentru orice interval din perioada de vegetaţie se doreşte. Valorile coeficienţilor reprezentaţi sub formă de curbe se prezintă exemplificativ în graficele din figurile de la 4.1 până la 4.19 pentru principalele culturi agricole şi pentru toate amplasamentele de cercetare unde s-au făcut investigaţii şi experimentări privind consumul de apă al plantelor, evaporaţia din evaporimetru, inclusiv datele climatice. Faţă de rezultatele stabilite din acest punct de vedere şi publicate în lucrarea „Prognoza şi programarea aplicării udărilor în sistemele de irigaţie" (autori: N. Grumeza, O. Merculiev şi Cr. Klepş), apărută în anul 1989 conţinând datele de cercetare până în 1985, *în prezent există date pentru un număr mai mare de ani, până în 1990 şi după, în majoritatea cazurilor*. De altfel, sunt şi rezultatele cele mai recente. În felul acesta se contează pe o precizie mai ridicată a acestor parametrii (Kt) şi deci pe o cuantificare mai exactă a cantităţilor de apă vehiculată în sistemele de irigaţii. Câmpurile de cercetare fiind distribuite în toate zonele pedoclimatice interesate la irigaţie

din ţara noastră, se poate considera că în felul acesta problema este rezolvată pe plan naţional, la nivelul studiului actual. Evident, unele îmbunătăţiri mai sunt posibile şi necesare prin cercetări ulterioare, de aceea aceste investigaţii trebuie continuate. De asemenea, nu trebuie pierdute din vedere şi modificările climatice sesizate chiar la nivel global, modificări care pot influenţa de asemenea, necesarul de apă, de care se leagă atât proiectarea cât şi exploatarea sistemelor de irigaţii din ţara noastră.

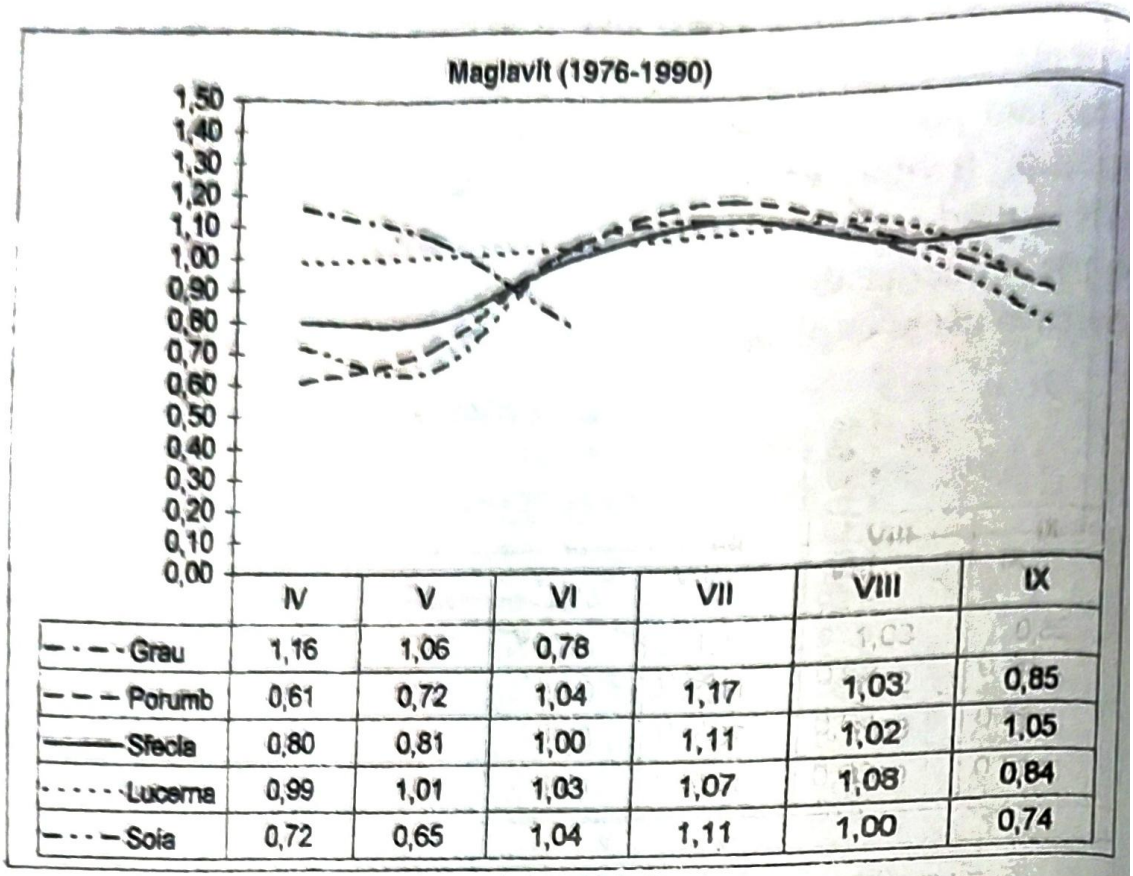


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Grau	0,96	0,96	0,63			
Porumb	0,45	0,54	0,76	0,93	0,77	0,55
Sfecla	0,51	0,76	0,88	0,83	0,75	0,59
Lucerna	0,83	0,87	0,76	0,88	0,78	0,79
Soia	0,57	0,58	0,77	0,88	0,67	0,43

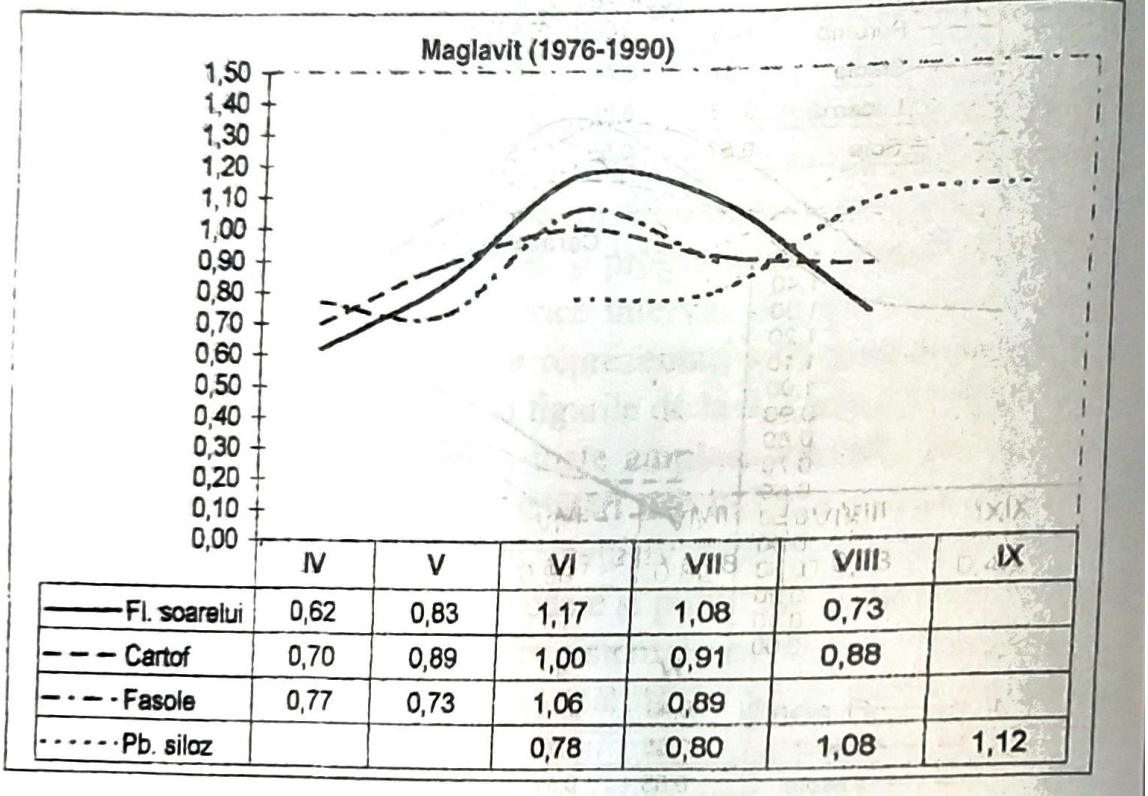


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Fl. soarelui	0,49	0,72	0,96	1,01	0,54	
Cartof	0,65	0,67	0,81	0,74	0,50	
Fasole	0,55	0,51	0,74	0,69		
Pb. siloz				0,52	0,60	0,67

Fig. 4.1. Coeficienţii de transformare ai evapotranspiraţiei de referinţă determinată cu ajutorul evaporimetrului Bac clasa A, în consumul de apă al culturilor (kt) din câmpul experimental de la Caracal

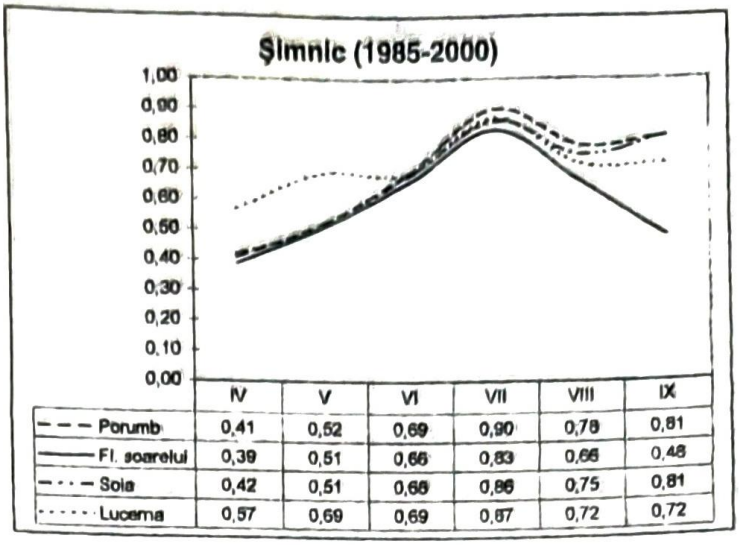


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Grau	1,16	1,06	0,78			
Porumb	0,61	0,72	1,04	1,17	1,03	0,85
Sfecla	0,80	0,81	1,00	1,11	1,02	1,05
Lucerna	0,99	1,01	1,03	1,07	1,08	0,84
Soia	0,72	0,65	1,04	1,11	1,00	0,74



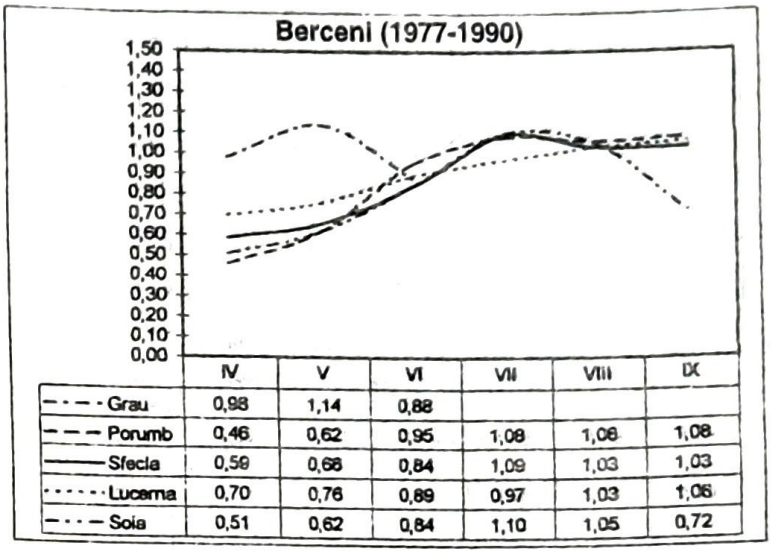
	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Fl. soarelui	0,62	0,83	1,17	1,08	0,73	
Cartof	0,70	0,89	1,00	0,91	0,88	
Fasole	0,77	0,73	1,06	0,89		
Pb. siloz			0,78	0,80	1,08	1,12

Fig. 4.2. Coeficienții de transformare ai evapotranspirației de referință determinată cu ajutorul evaporimetrului Bac clasa A, în consumul de apă al culturilor (kt) din câmpul experimental de la Maglavit

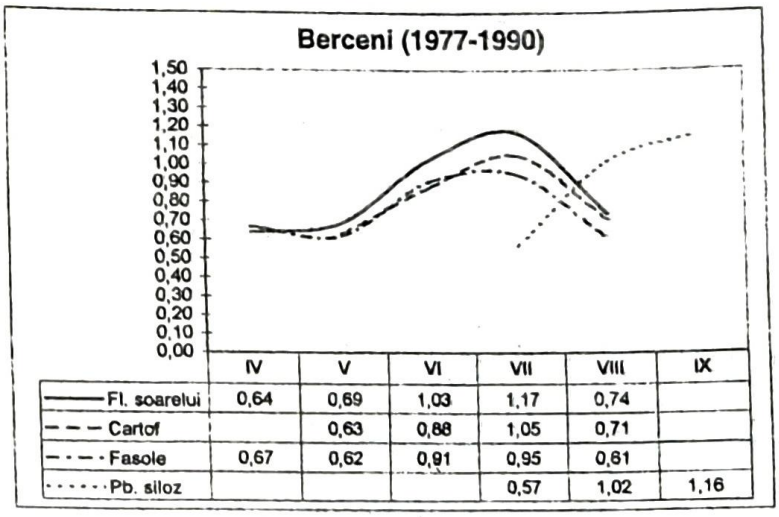


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Porumb	0,41	0,52	0,69	0,90	0,78	0,61
Fl. soarelui	0,39	0,51	0,66	0,83	0,66	0,48
Soia	0,42	0,51	0,66	0,86	0,75	0,61
Lucerna	0,57	0,69	0,69	0,87	0,72	0,72

Fig. 4.3. Coeficienţii de transformare ai evapotranspiraţiei de referinţă determinată cu ajutorul evaporimetrului Bac clasa A, în consumul de apă al culturilor (kt) din câmpul experimental de la Şimnic

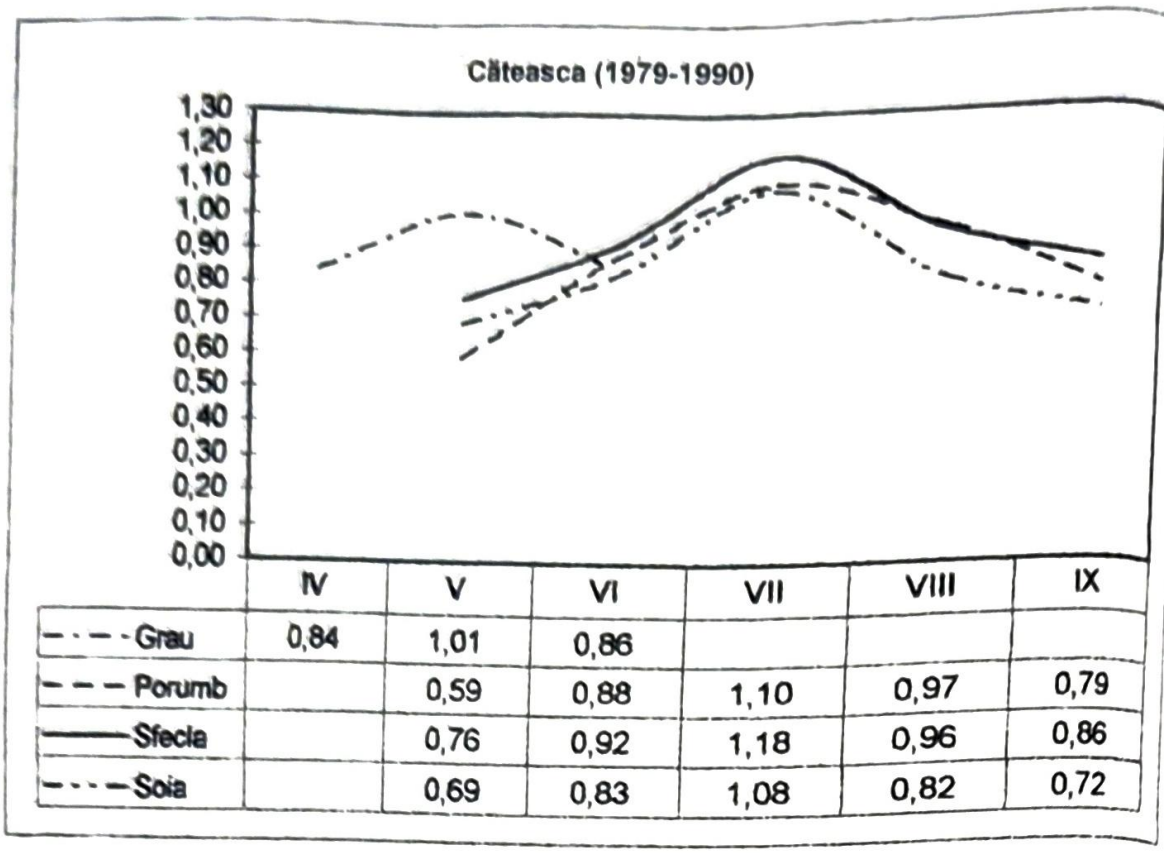


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Grau	0,98	1,14	0,88			
Porumb	0,46	0,62	0,95	1,08	1,08	1,08
Sfecla	0,59	0,66	0,84	1,09	1,03	1,03
Lucerna	0,70	0,76	0,89	0,97	1,03	1,06
Soia	0,51	0,62	0,84	1,10	1,05	0,72

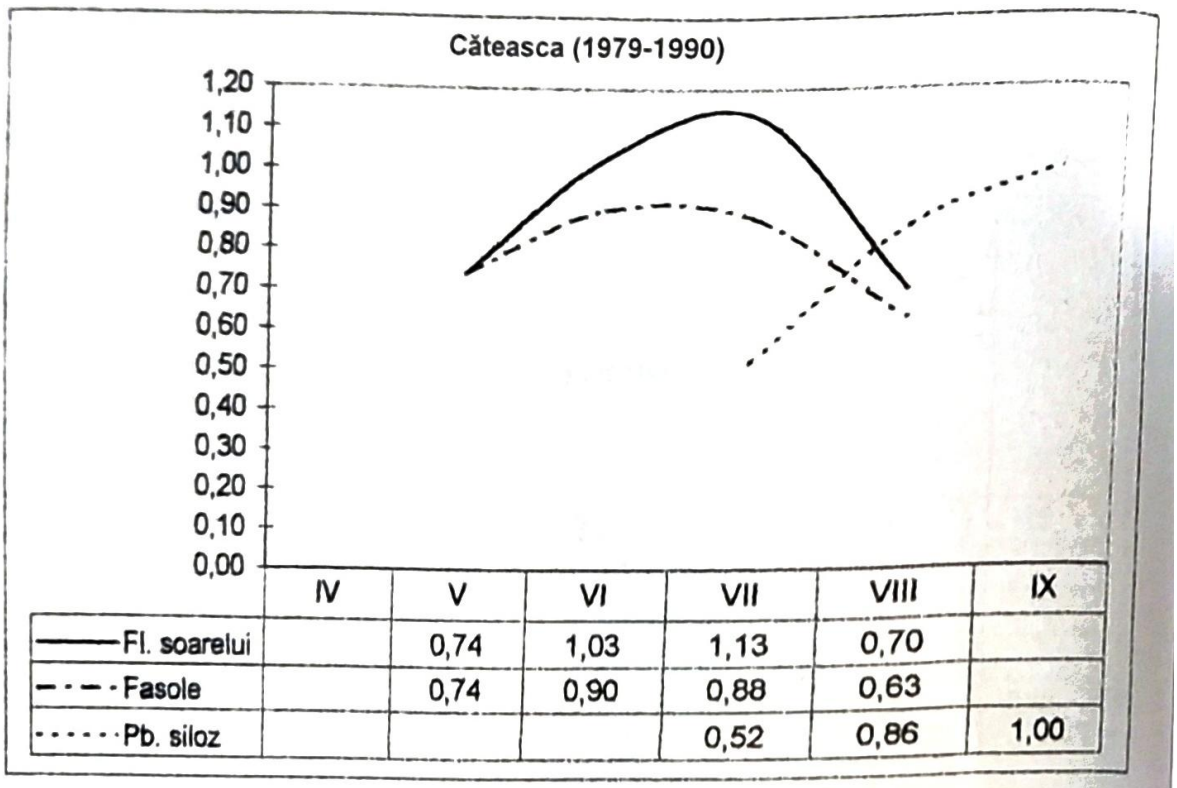


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Fl. soarelui	0,64	0,69	1,03	1,17	0,74	
Cartof		0,63	0,88	1,05	0,71	
Fasole	0,67	0,62	0,91	0,95	0,81	
Pb. siloz				0,57	1,02	1,16

Fig. 4.4. Coeficienţii de transformare ai evapotranspiraţiei de referinţă determinată cu ajutorul evaporimetrului Bac clasa A, în consumul de apă al culturilor (kt) din câmpul experimental de la Berceni

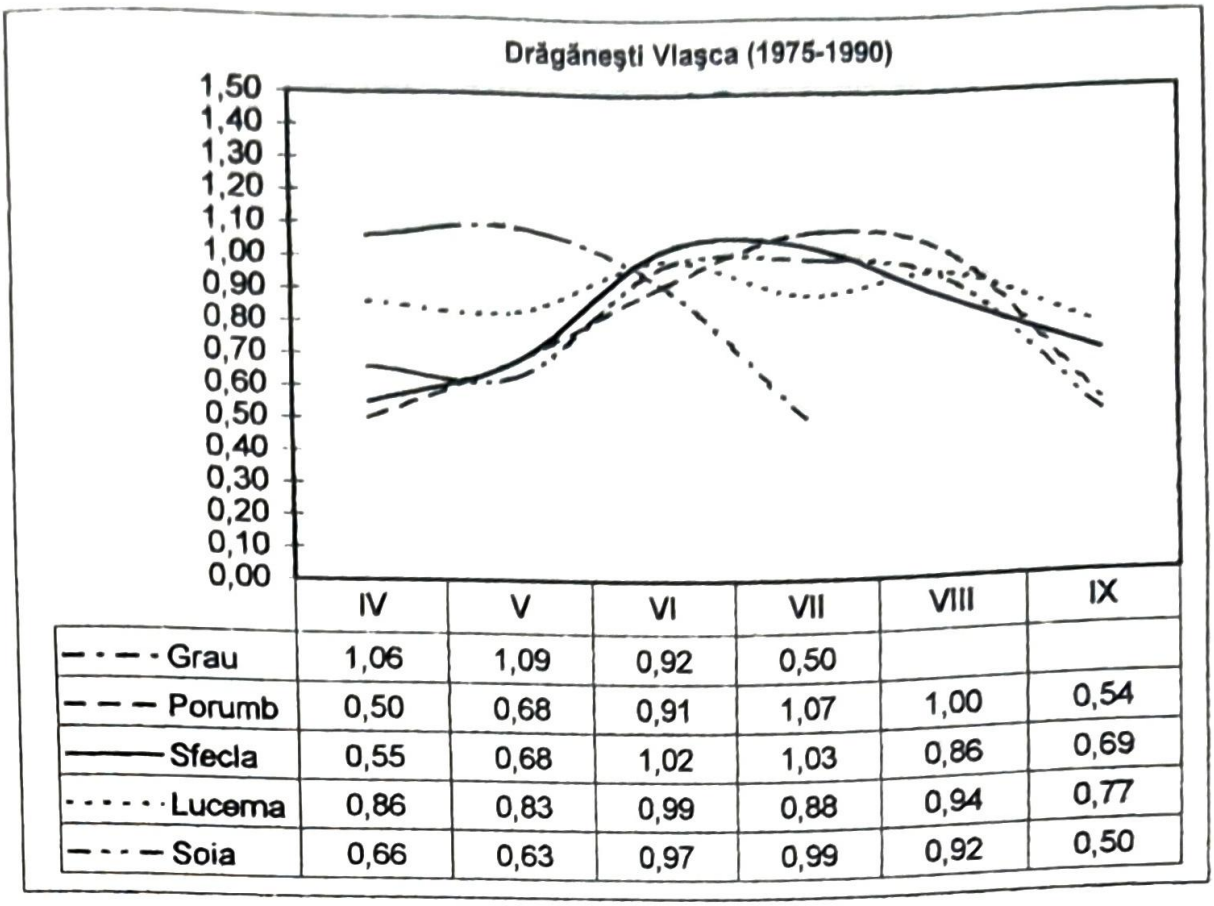


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Grau	0,84	1,01	0,86			
Porumb		0,59	0,88	1,10	0,97	0,79
Sfecla		0,76	0,92	1,18	0,96	0,86
Soia		0,69	0,83	1,08	0,82	0,72

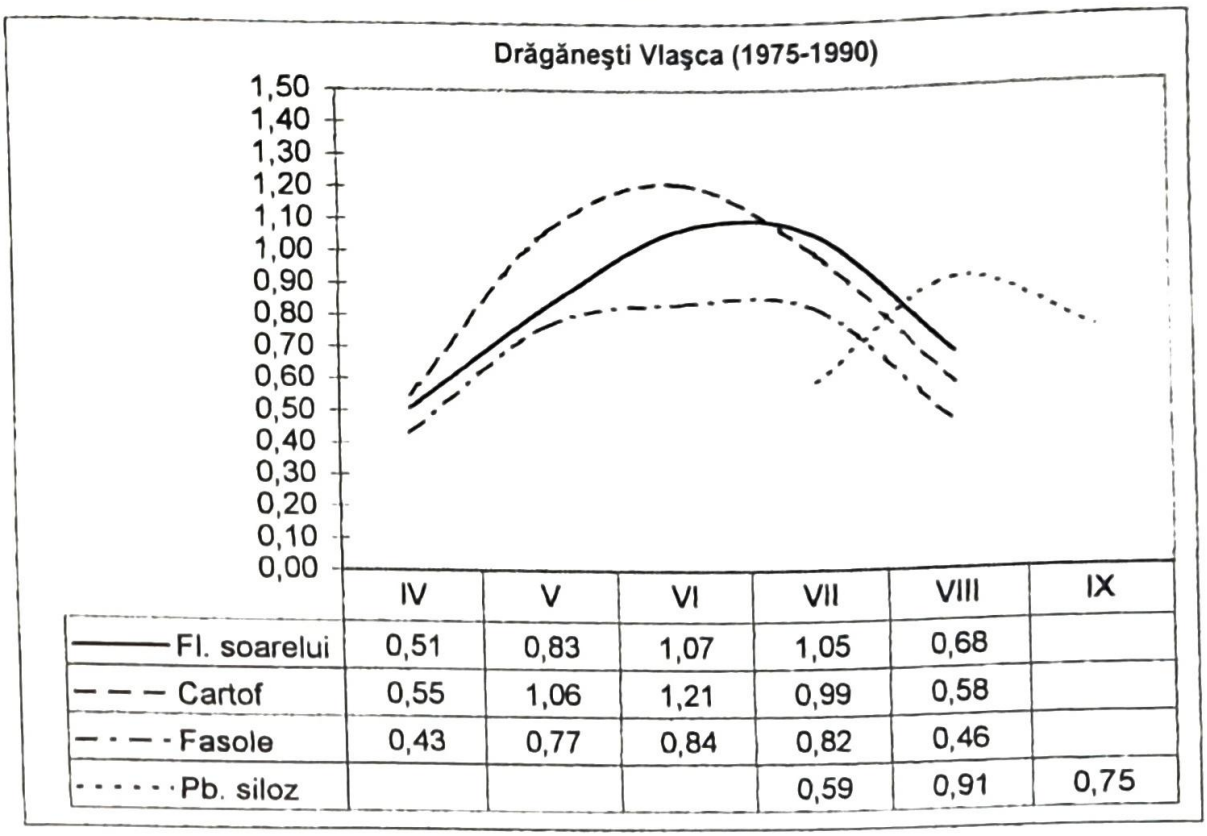


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Fl. soarelui		0,74	1,03	1,13	0,70	
Fasole		0,74	0,90	0,88	0,63	
Pb. siloz				0,52	0,86	1,00

Fig. 4.5. Coeficienții de transformare ai evapotranspirației de referință determinată cu ajutorul evaporimetrului Bac clasa A, în consumul de apă al culturilor (kt) din câmpul experimental de la Cătească

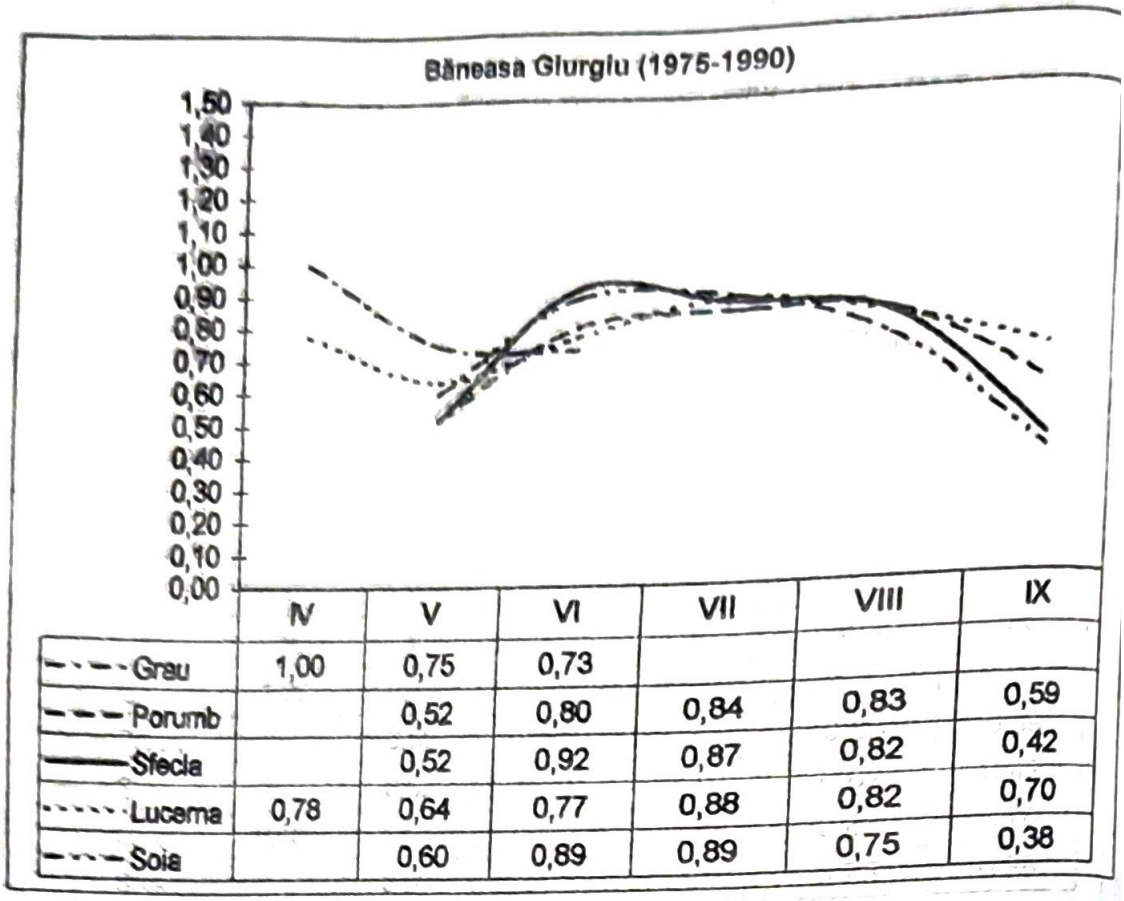


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Grau	1,06	1,09	0,92	0,50		
Porumb	0,50	0,68	0,91	1,07	1,00	0,54
Sfecla	0,55	0,68	1,02	1,03	0,86	0,69
Lucerna	0,86	0,83	0,99	0,88	0,94	0,77
Soia	0,66	0,63	0,97	0,99	0,92	0,50

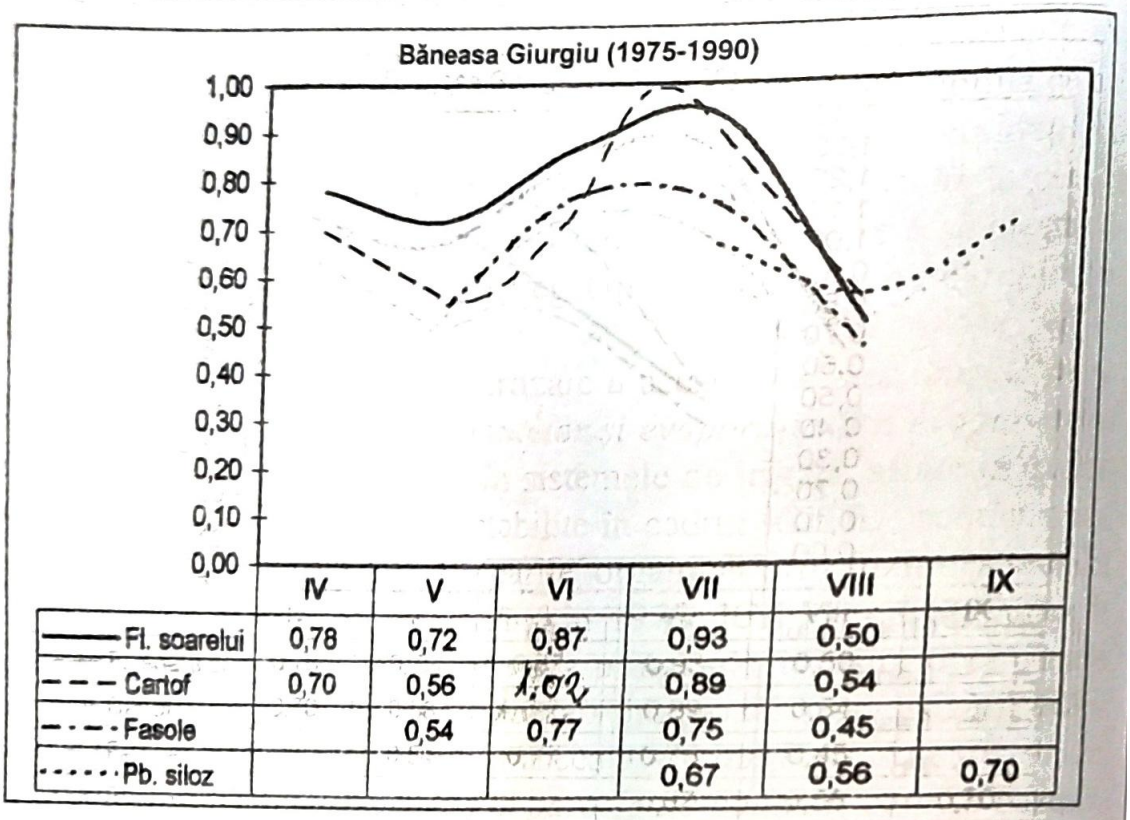


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Fl. soarelui	0,51	0,83	1,07	1,05	0,68	
Cartof	0,55	1,06	1,21	0,99	0,58	
Fasole	0,43	0,77	0,84	0,82	0,46	
Pb. siloz				0,59	0,91	0,75

Fig. 4.6. Coeficienţii de transformare ai evapotranspiraţiei de referinţă determinată cu ajutorul evaporimetrului Bac clasa A, în consumul de apă al culturilor (kt) din câmpul experimental de la Drăgăneşti

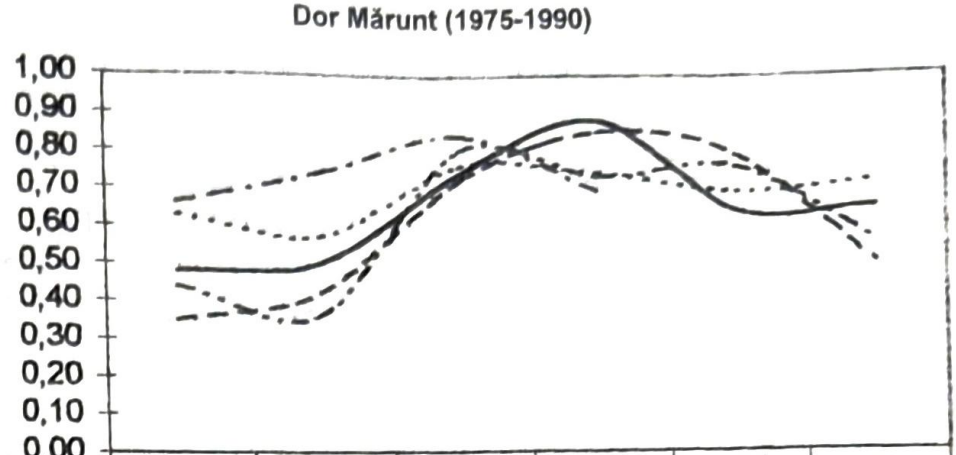


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Grau	1,00	0,75	0,73			
Porumb		0,52	0,80	0,84	0,83	0,59
Sfecla		0,52	0,92	0,87	0,82	0,42
Lucerna	0,78	0,64	0,77	0,88	0,82	0,70
Soia		0,60	0,89	0,89	0,75	0,38

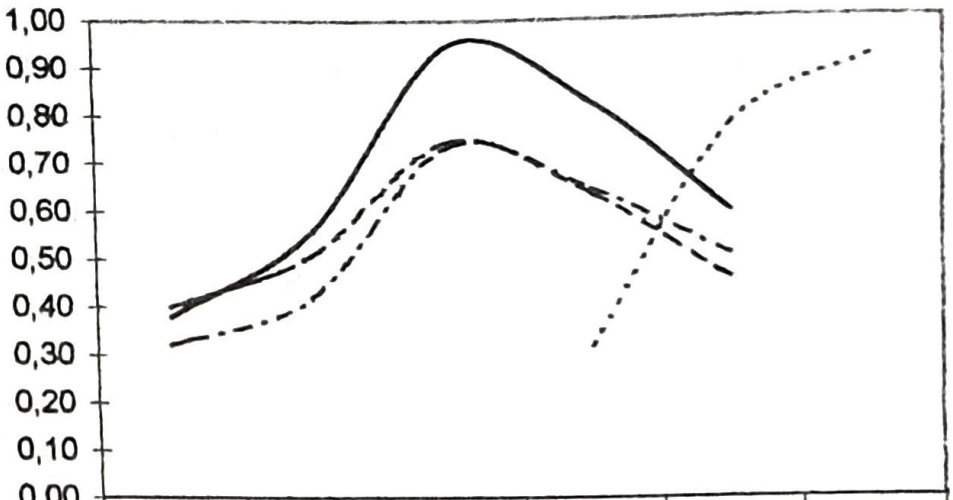


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Fl. soarelui	0,78	0,72	0,87	0,93	0,50	
Cartof	0,70	0,56	1,02	0,89	0,54	
Fasole		0,54	0,77	0,75	0,45	
Pb. siloz				0,67	0,56	0,70

Fig. 4.7. Coeficienții de transformare ai evapotranspirației de referință determinată cu ajutorul evaporimetrului Bac clasa A, în consumul de apă al culturilor (kt) din câmpul experimental de la Băneasa-Giurgiu

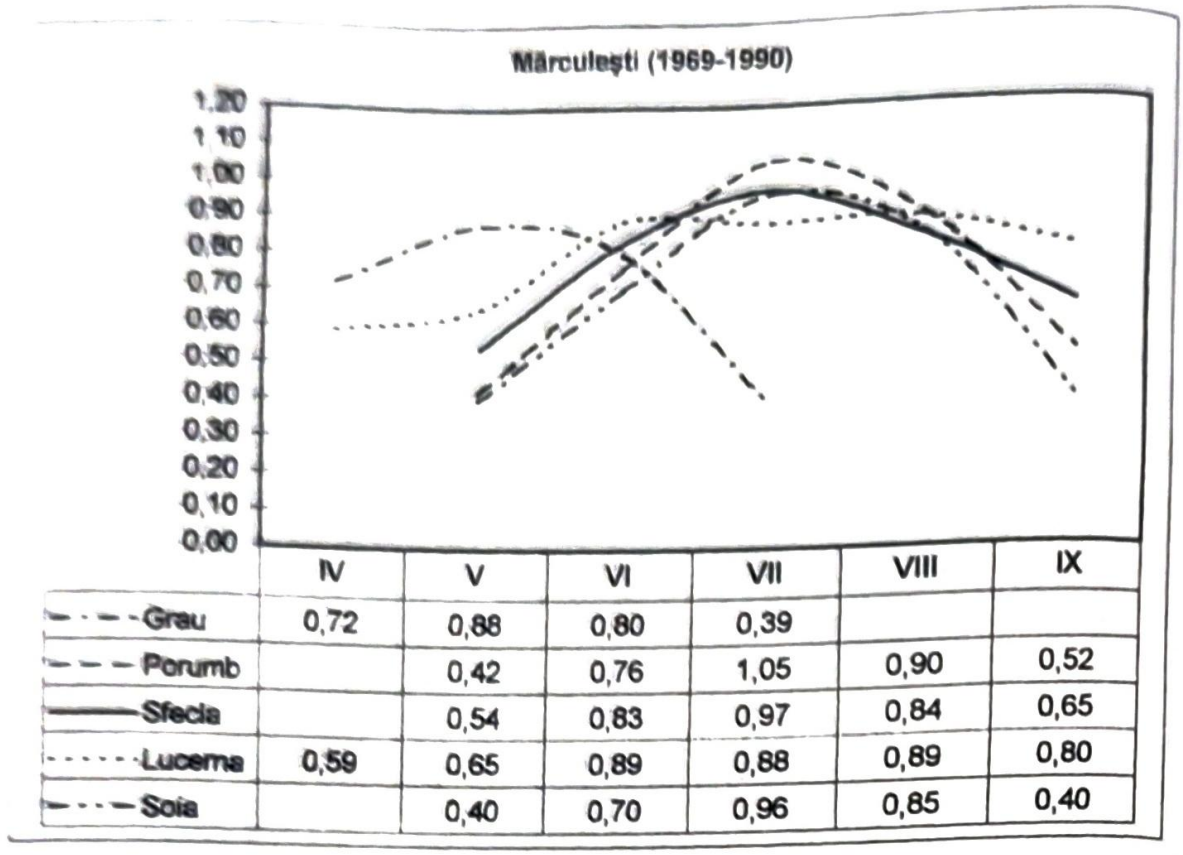


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Grau	0,66	0,74	0,84	0,69		
Porumb	0,35	0,42	0,72	0,85	0,79	0,50
Sfecla	0,48	0,50	0,74	0,88	0,64	0,65
Lucerna	0,63	0,57	0,76	0,74	0,69	0,72
Soia	0,44	0,36	0,80	0,73	0,76	0,56

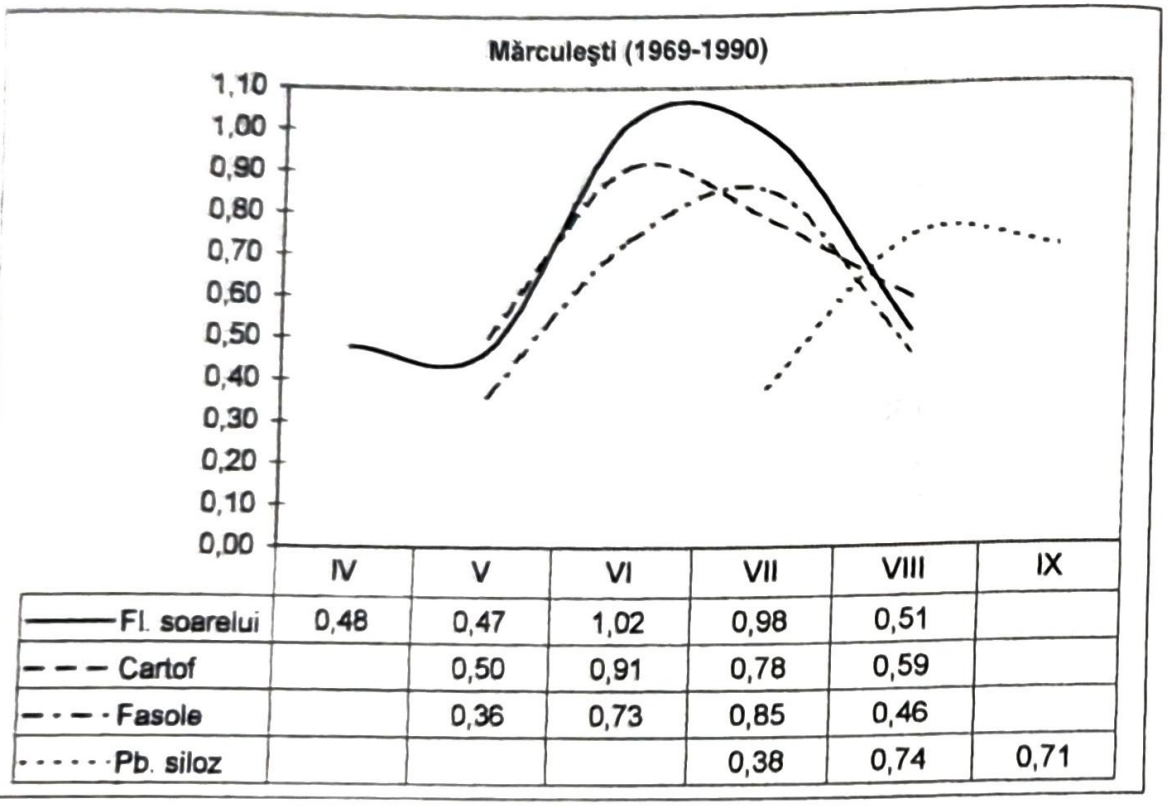


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Fl. soarelui	0,38	0,56	0,95	0,83	0,60	
Cartof	0,40	0,51	0,75	0,64	0,46	
Fasole	0,32	0,42	0,74	0,65	0,51	
Pb. siloz				0,32	0,78	0,92

Fig. 4.8. Coeficienții de transformare ai evapotranspirației de referință determinată cu ajutorul evaporimetrului Bac clasa A, în consumul de apă al culturilor (kt) din câmpul experimental de la Dor Mărunt

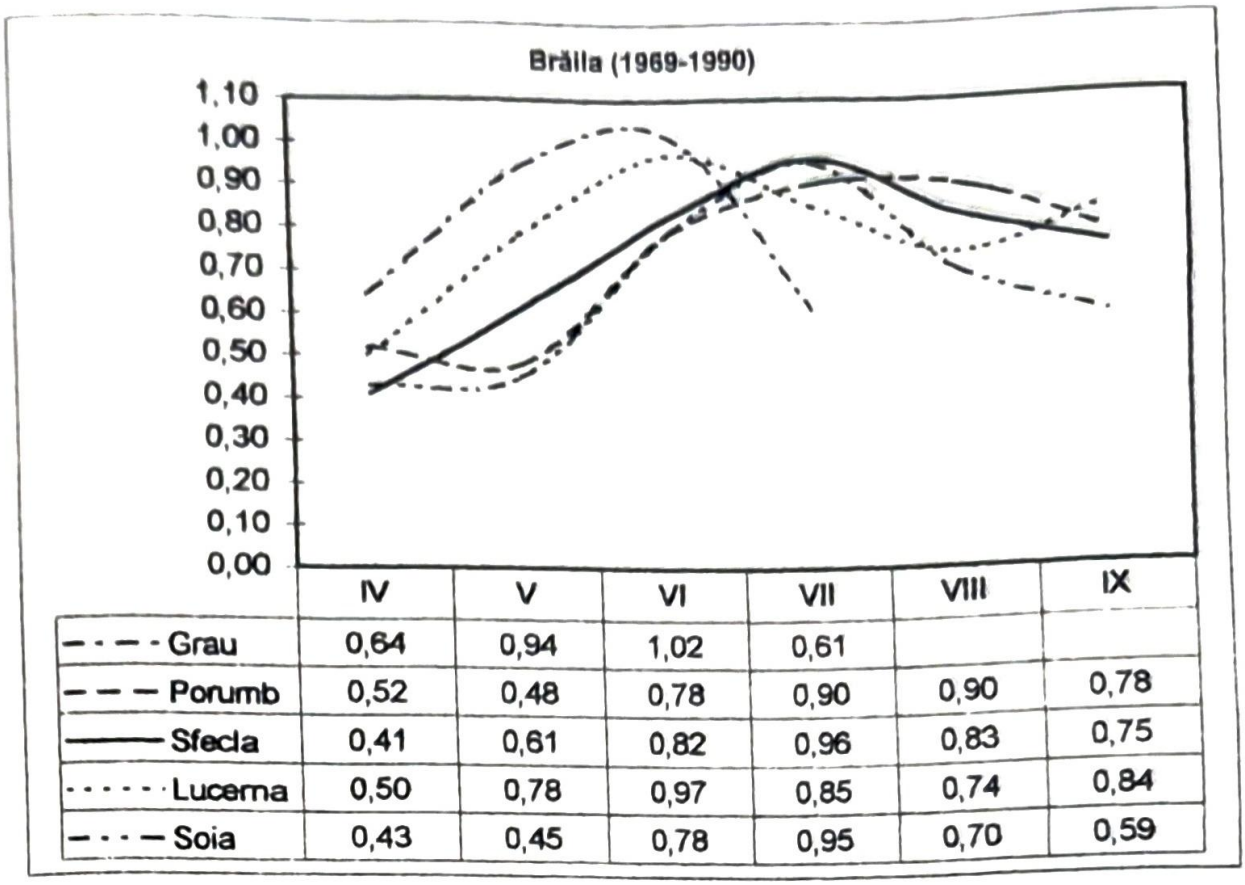


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Grau	0,72	0,88	0,80	0,39		
Porumb		0,42	0,76	1,05	0,90	0,52
Sfecla		0,54	0,83	0,97	0,84	0,65
Lucerna	0,59	0,65	0,89	0,88	0,89	0,80
Soia		0,40	0,70	0,96	0,85	0,40

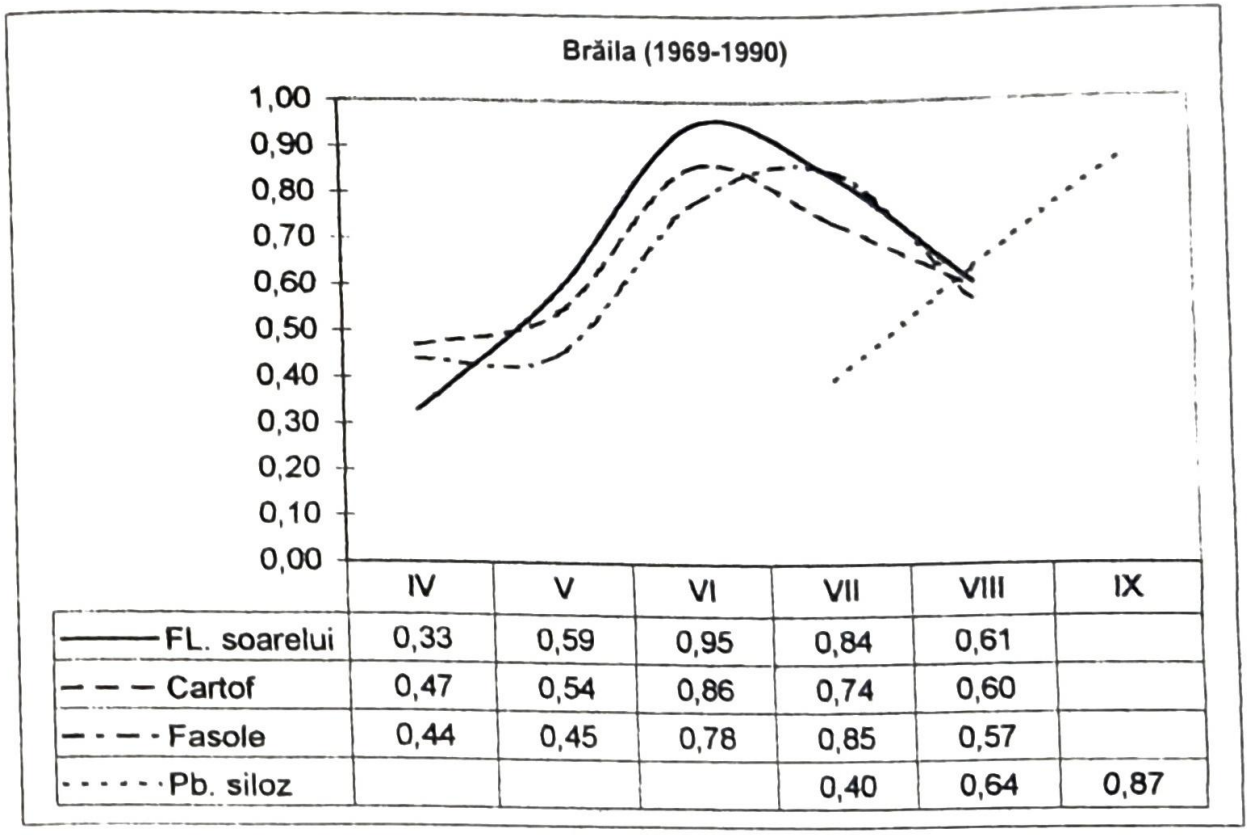


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Fl. soarelui	0,48	0,47	1,02	0,98	0,51	
Cartof		0,50	0,91	0,78	0,59	
Fasole		0,36	0,73	0,85	0,46	
Pb. siloz				0,38	0,74	0,71

Fig. 4.9. Coeficienții de transformare ai evapotranspirației de referință determinată cu ajutorul evaporimetrului Bac clasa A, în consumul de apă al culturilor (kt) din câmpul experimental de la Mărculești

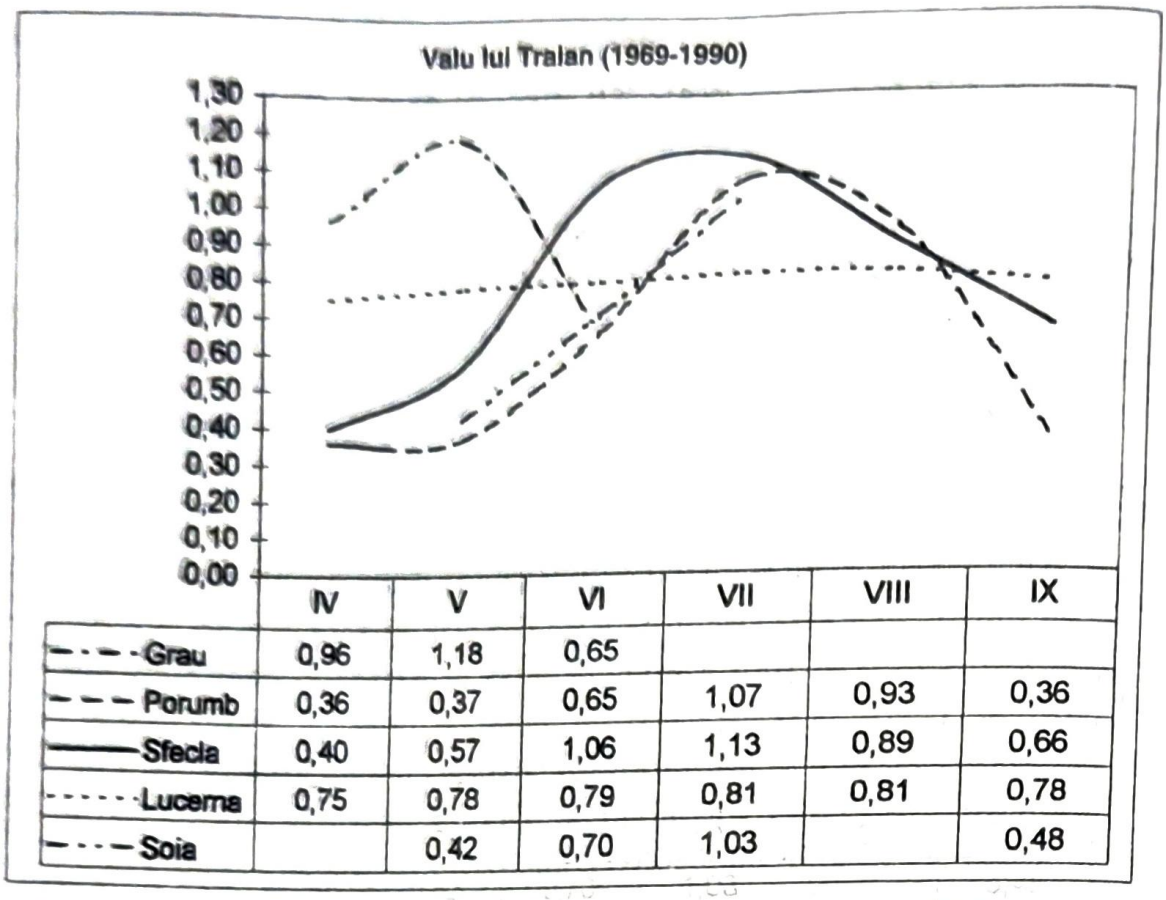


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Grau	0,64	0,94	1,02	0,61		
Porumb	0,52	0,48	0,78	0,90	0,90	0,78
Sfecla	0,41	0,61	0,82	0,96	0,83	0,75
Lucerna	0,50	0,78	0,97	0,85	0,74	0,84
Soia	0,43	0,45	0,78	0,95	0,70	0,59

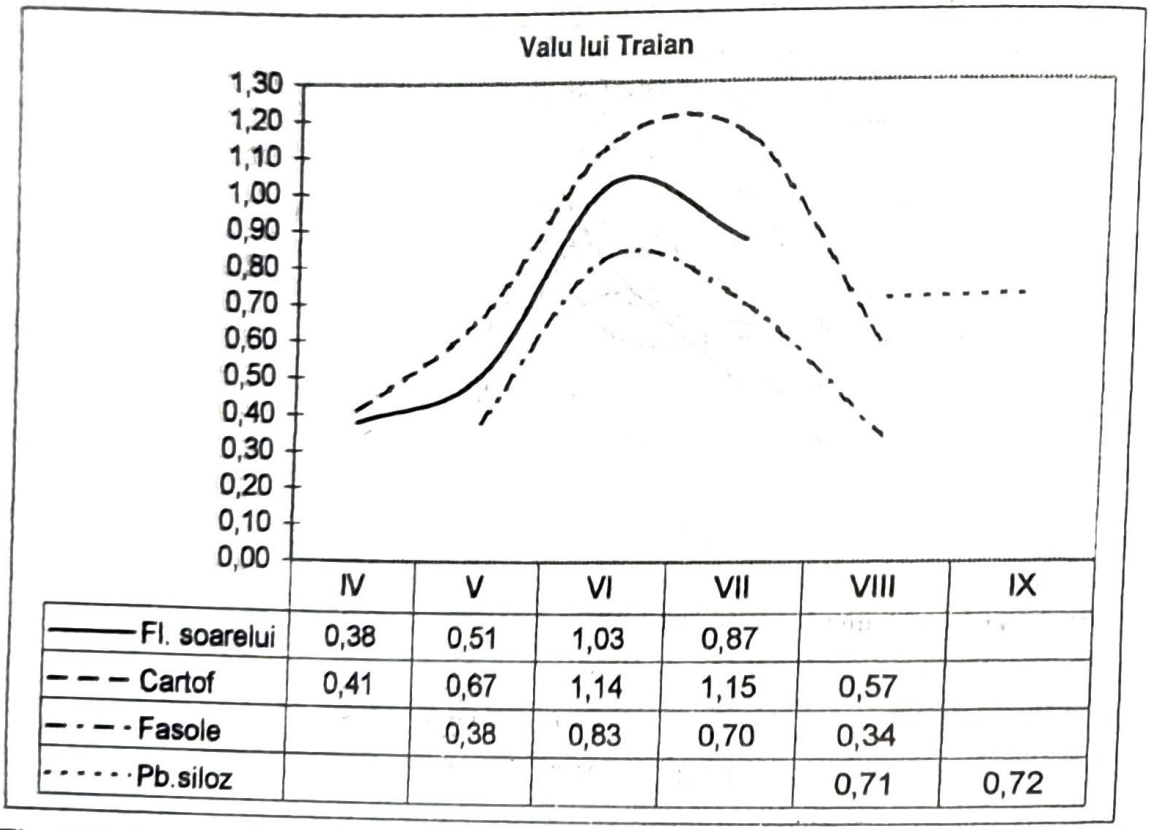


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
FL. soarelui	0,33	0,59	0,95	0,84	0,61	
Cartof	0,47	0,54	0,86	0,74	0,60	
Fasole	0,44	0,45	0,78	0,85	0,57	
Pb. siloz				0,40	0,64	0,87

Fig. 4.10. Coeficienții de transformare ai evapotranspirației de referință determinată cu ajutorul evaporimetrului Bac clasa A, în consumul de apă al culturilor (kt) din câmpul experimental de la Brăila

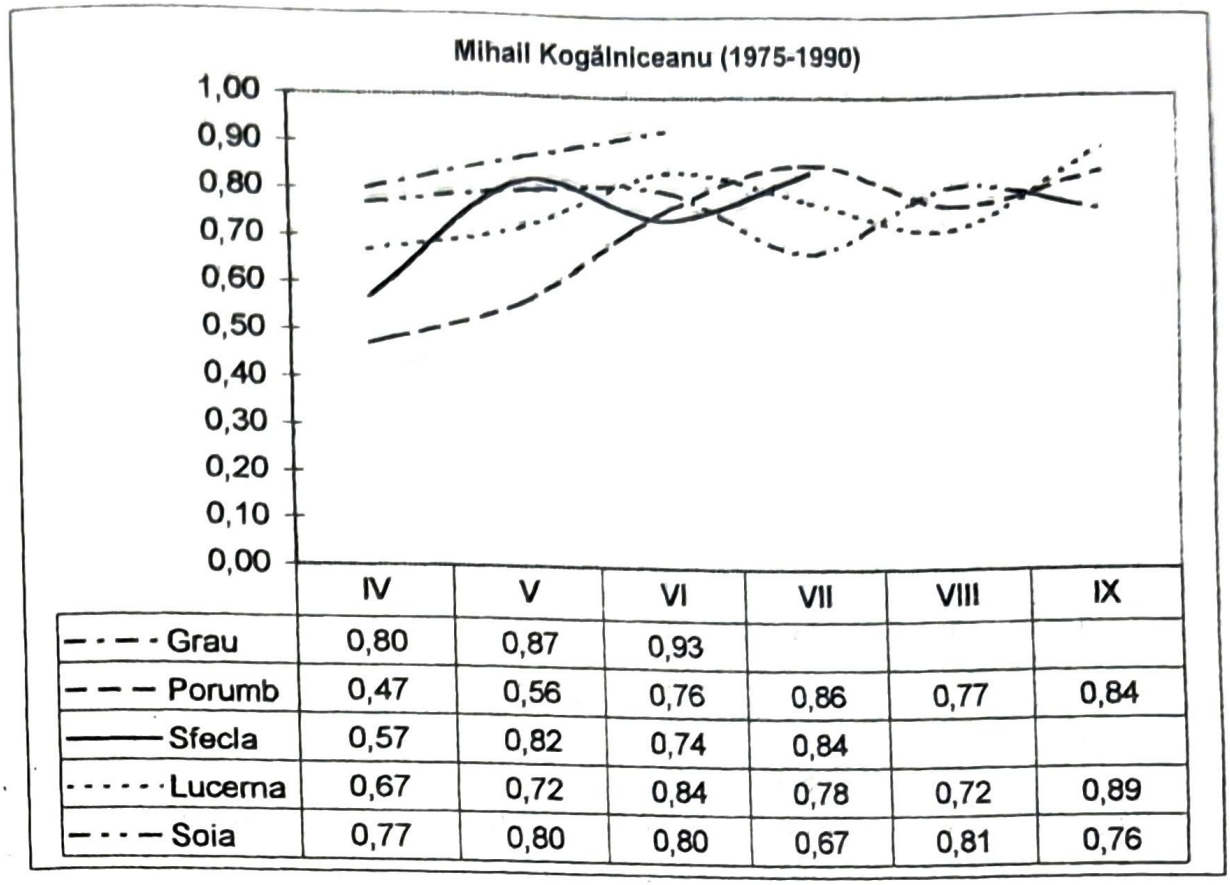


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Grau	0,96	1,18	0,65			
Porumb	0,36	0,37	0,65	1,07	0,93	0,36
Sfecla	0,40	0,57	1,06	1,13	0,89	0,66
Lucerna	0,75	0,78	0,79	0,81	0,81	0,78
Soia		0,42	0,70	1,03		0,48

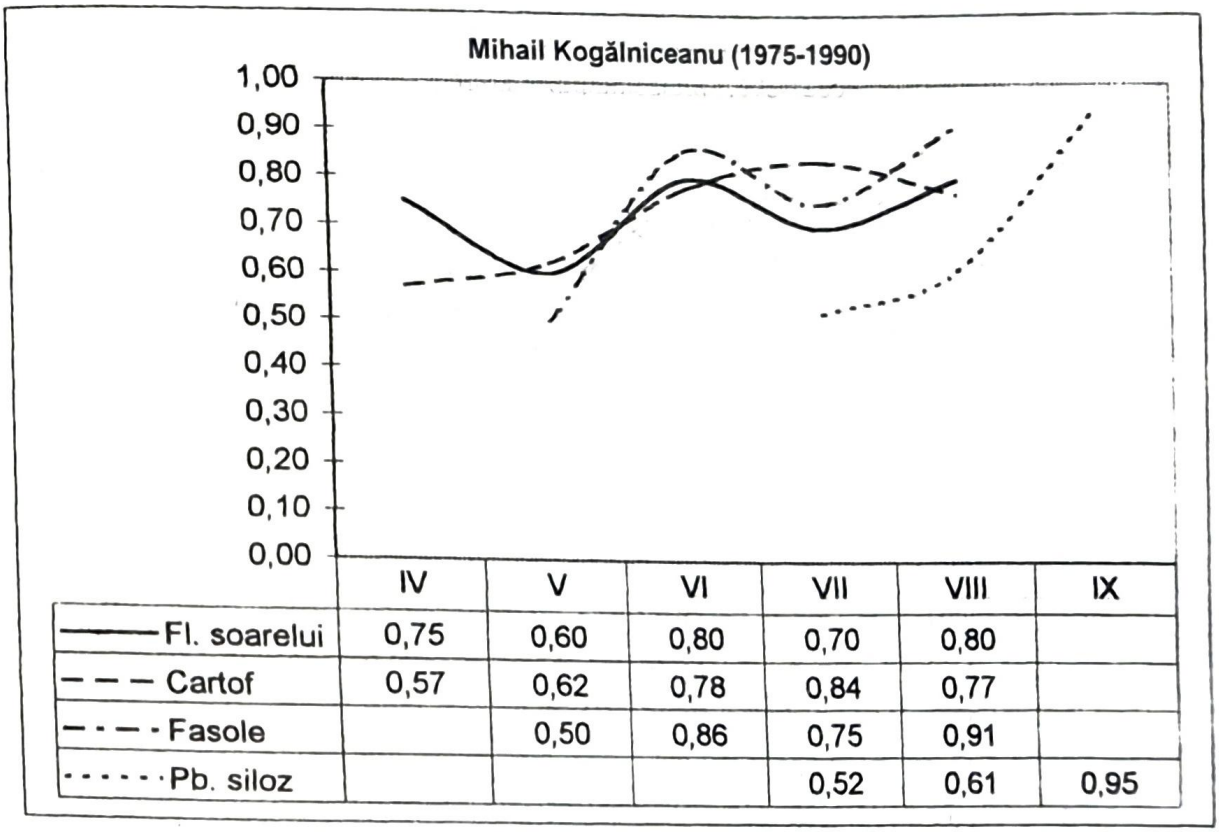


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Fl. soarelui	0,38	0,51	1,03	0,87		
Cartof	0,41	0,67	1,14	1,15	0,57	
Fasole		0,38	0,83	0,70	0,34	
Pb.siloz					0,71	0,72

Fig. 4.11. Coeficienții de transformare ai evapotranspirației de referință determinată cu ajutorul evaporimetrului Bac clasa A, în consumul de apă al culturilor (kt) din câmpul experimental de la Valu lui Traian

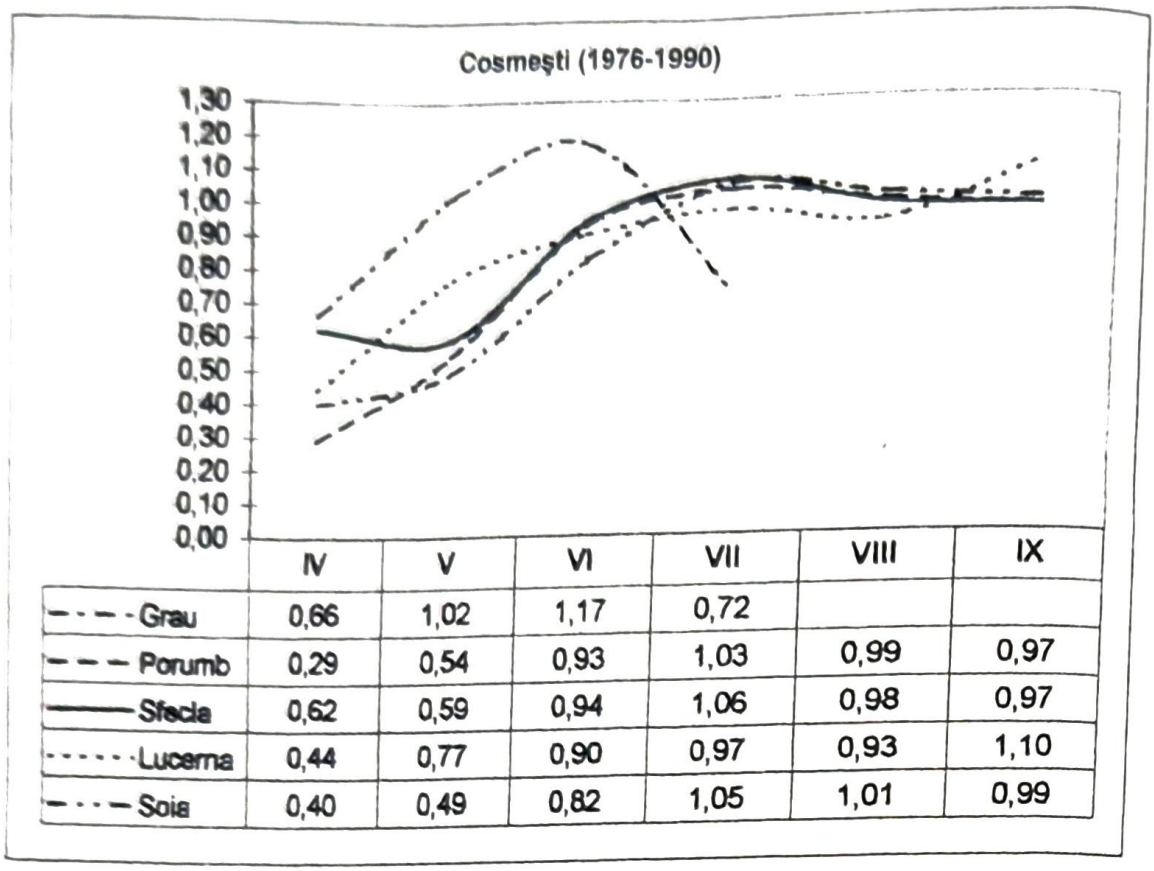


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Grau	0,80	0,87	0,93			
Porumb	0,47	0,56	0,76	0,86	0,77	0,84
Sfecla	0,57	0,82	0,74	0,84		
Lucerna	0,67	0,72	0,84	0,78	0,72	0,89
Soia	0,77	0,80	0,80	0,67	0,81	0,76

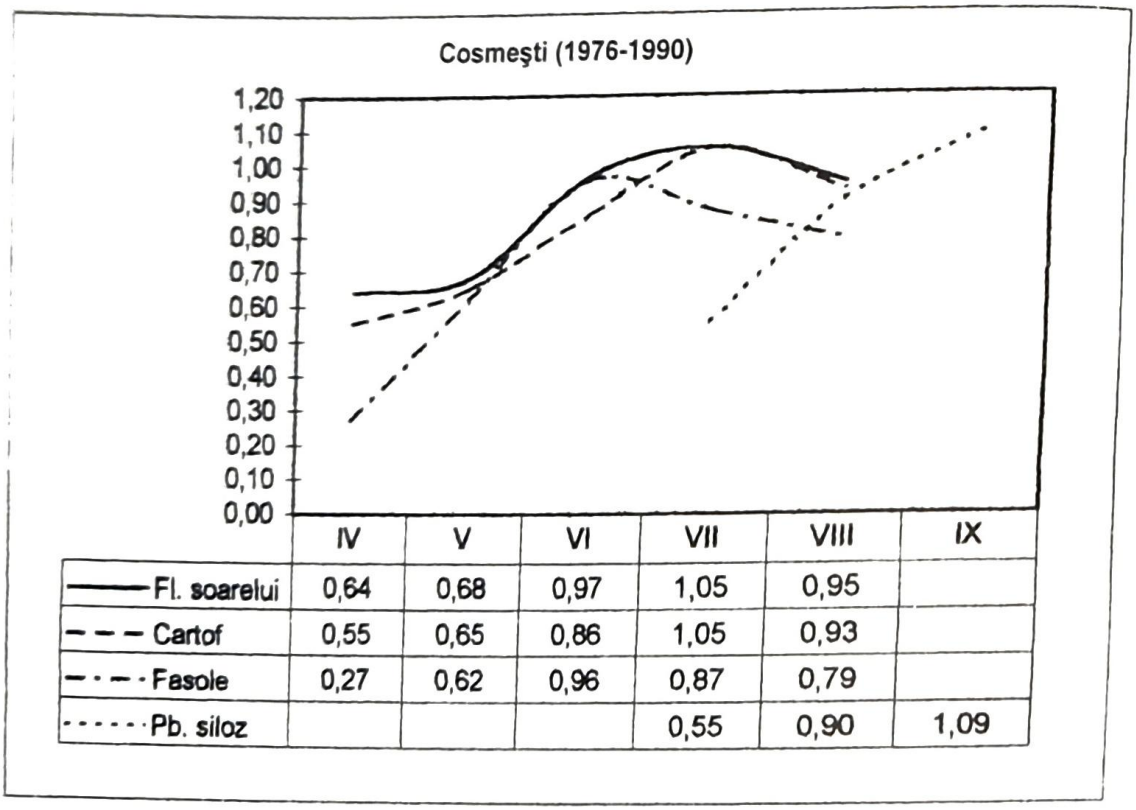


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Fl. soarelui	0,75	0,60	0,80	0,70	0,80	
Cartof	0,57	0,62	0,78	0,84	0,77	
Fasole		0,50	0,86	0,75	0,91	
Pb. siloz				0,52	0,61	0,95

Fig. 4.12. Coeficienții de transformare ai evapotranspirației de referință determinată cu ajutorul evaporimetrului Bac clasa A, în consumul de apă al culturilor (kt) din câmpul experimental de la Mihail Kogălniceanu

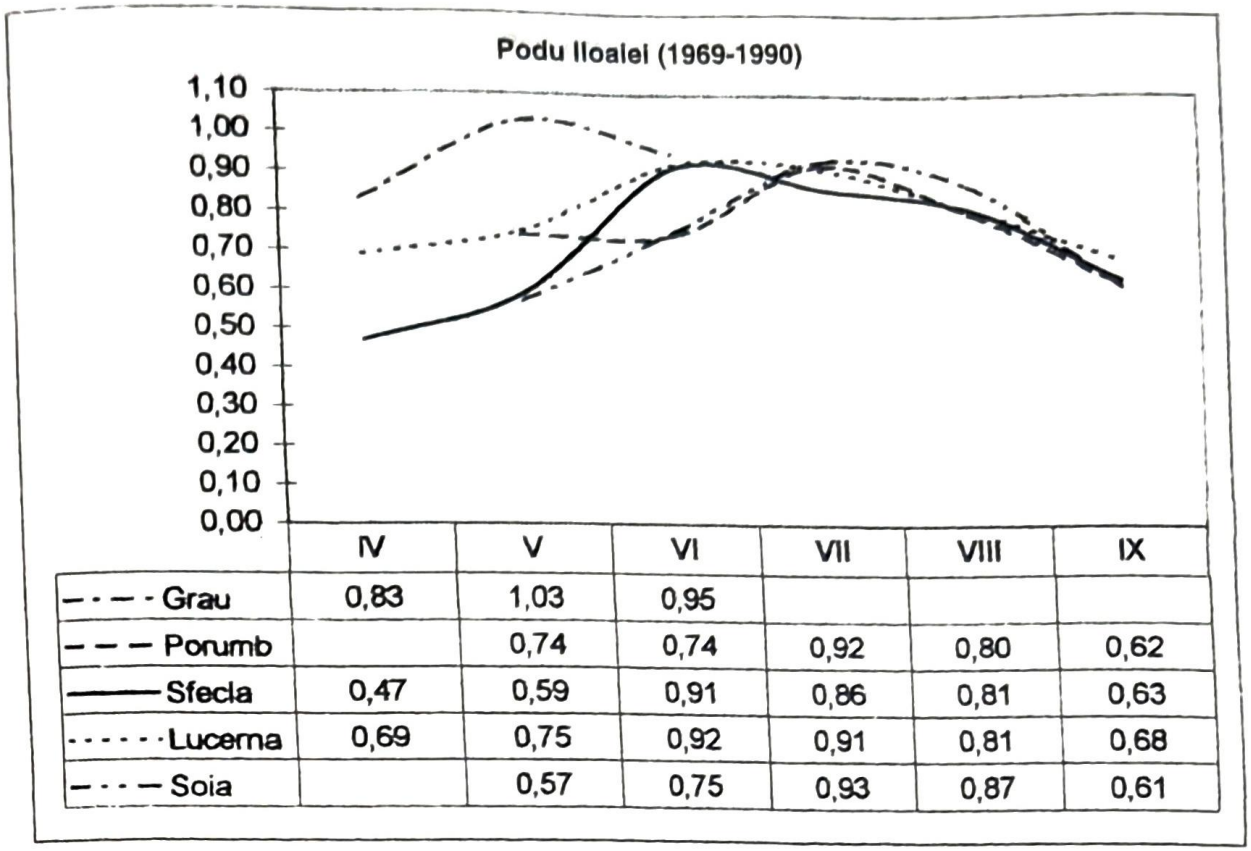


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Grau	0,66	1,02	1,17	0,72		
Porumb	0,29	0,54	0,93	1,03	0,99	0,97
Sfecla	0,62	0,59	0,94	1,06	0,98	0,97
Lucerna	0,44	0,77	0,90	0,97	0,93	1,10
Soia	0,40	0,49	0,82	1,05	1,01	0,99

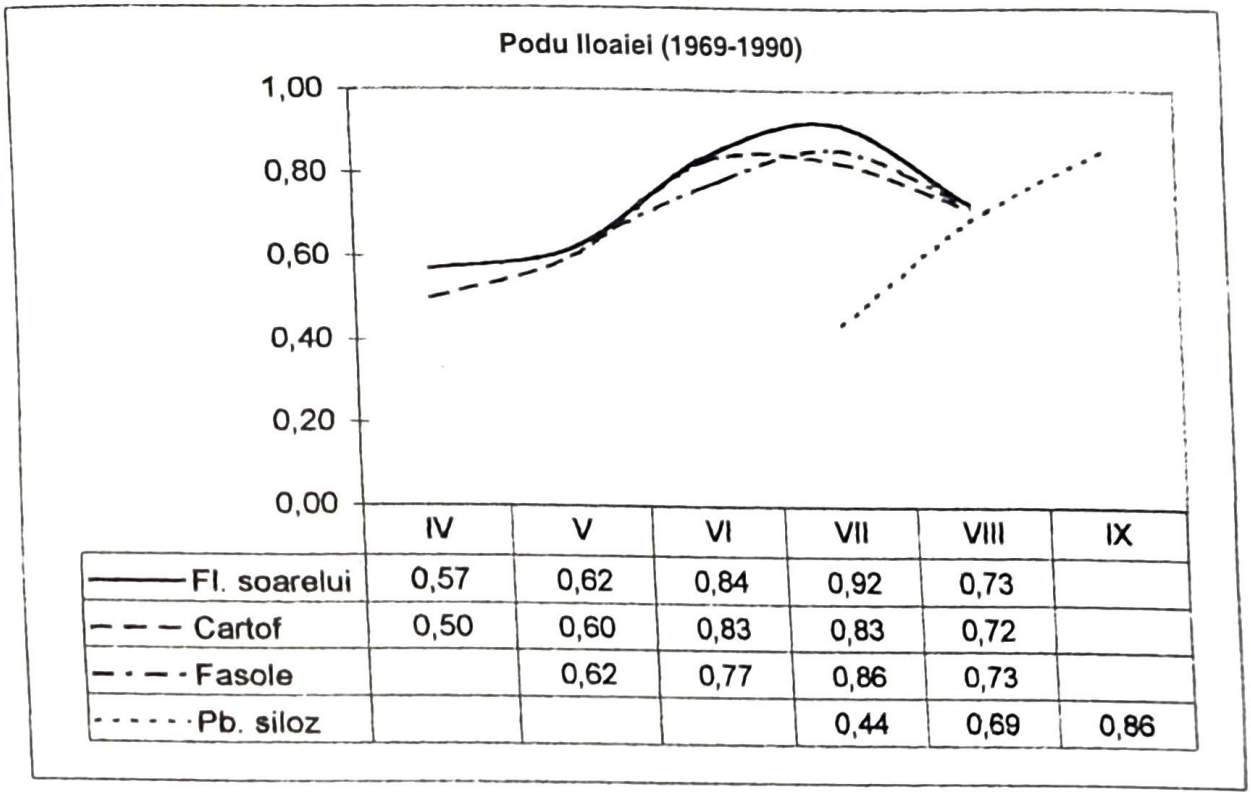


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Fl. soarelui	0,64	0,68	0,97	1,05	0,95	
Cartof	0,55	0,65	0,86	1,05	0,93	
Fasole	0,27	0,62	0,96	0,87	0,79	
Pb. siloz				0,55	0,90	1,09

Fig. 4.13. Coeficienţii de transformare ai evapotranspiraţiei de referinţă determinată cu ajutorul evaporimetrului Bac clasa A, în consumul de apă al culturilor (kt) din câmpul experimental de la Cosmeşti-Tecuci

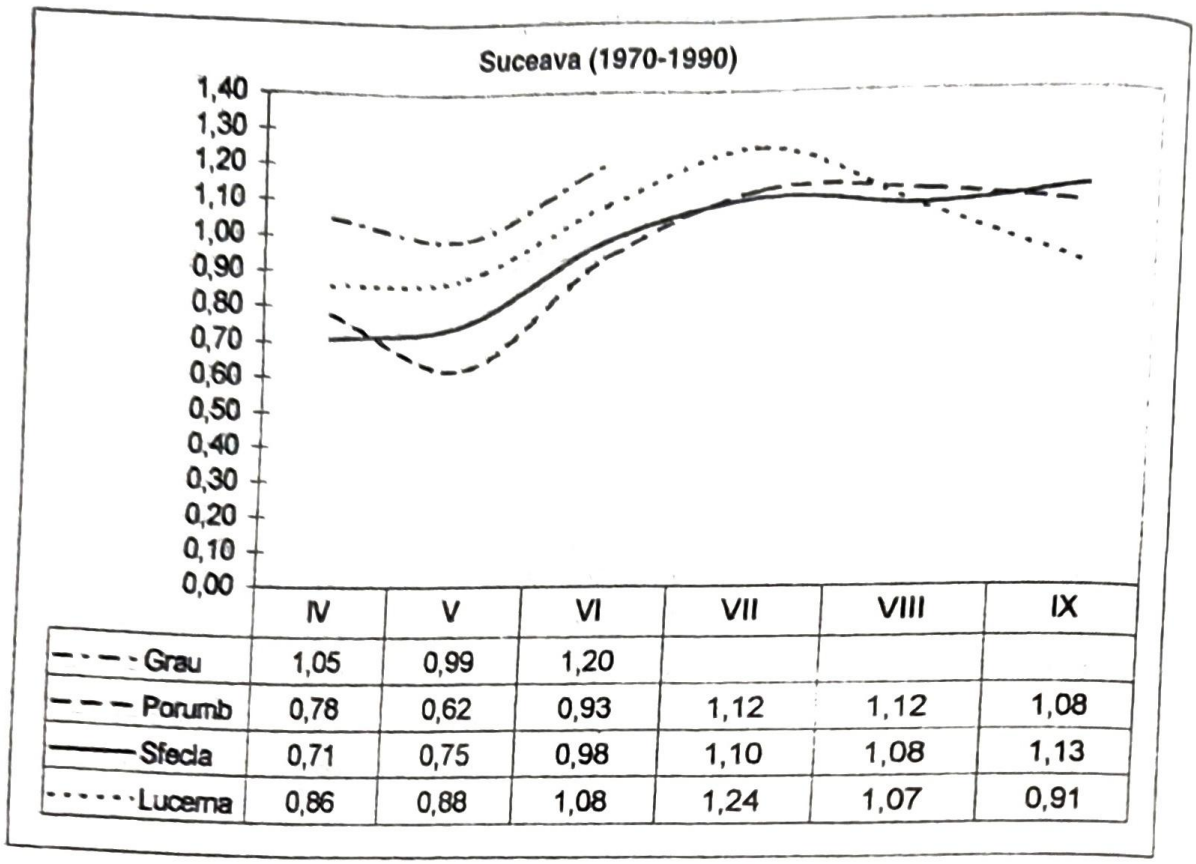


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
- · - · - Grau	0,83	1,03	0,95			
– – – Porumb		0,74	0,74	0,92	0,80	0,62
——— Sfecla	0,47	0,59	0,91	0,86	0,81	0,63
· · · · · · Lucerna	0,69	0,75	0,92	0,91	0,81	0,68
– · · – Soia		0,57	0,75	0,93	0,87	0,61

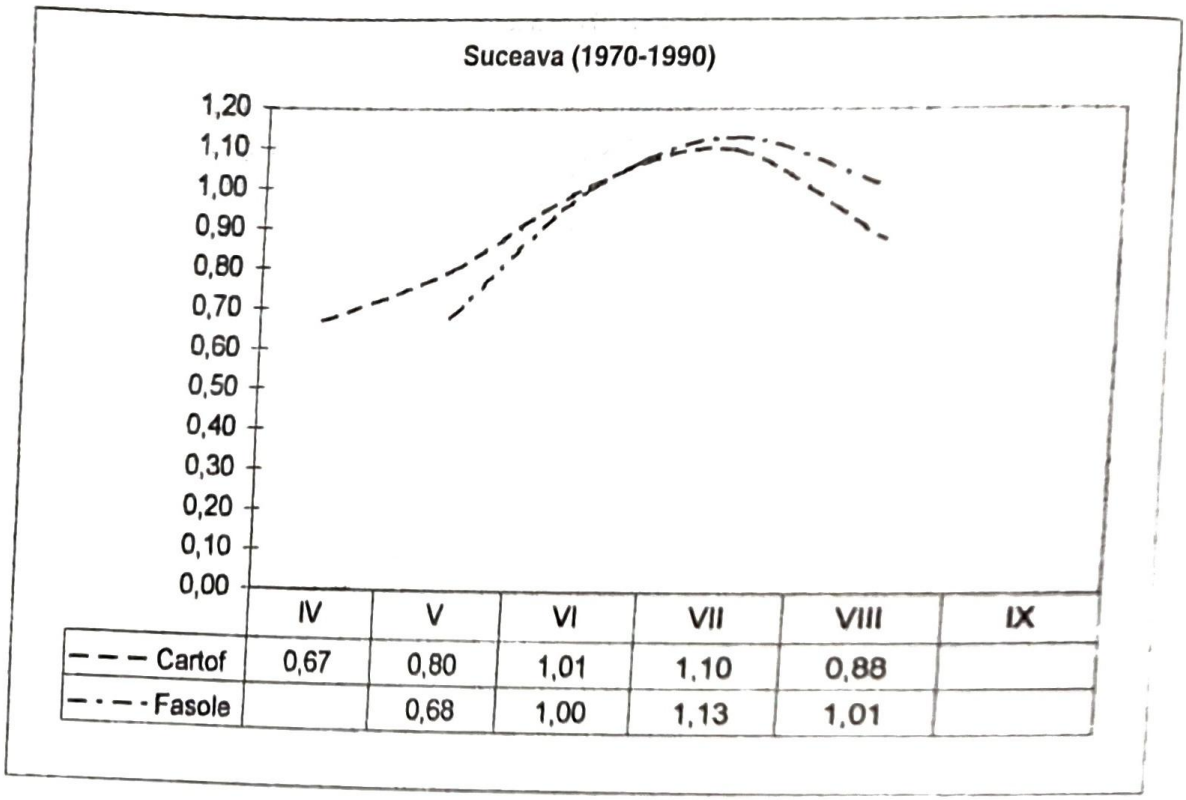


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
——— Fl. soarelui	0,57	0,62	0,84	0,92	0,73	
– – – Cartof	0,50	0,60	0,83	0,83	0,72	
– · – · Fasole		0,62	0,77	0,86	0,73	
· · · · · · Pb. siloz				0,44	0,69	0,86

Fig. 4.14. Coeficienții de transformare ai evapotranspirației de referință determinată cu ajutorul evaporimetrului Bac clasa A, în consumul de apă al culturilor (kt) din câmpul experimental de la Podu Iloaiei

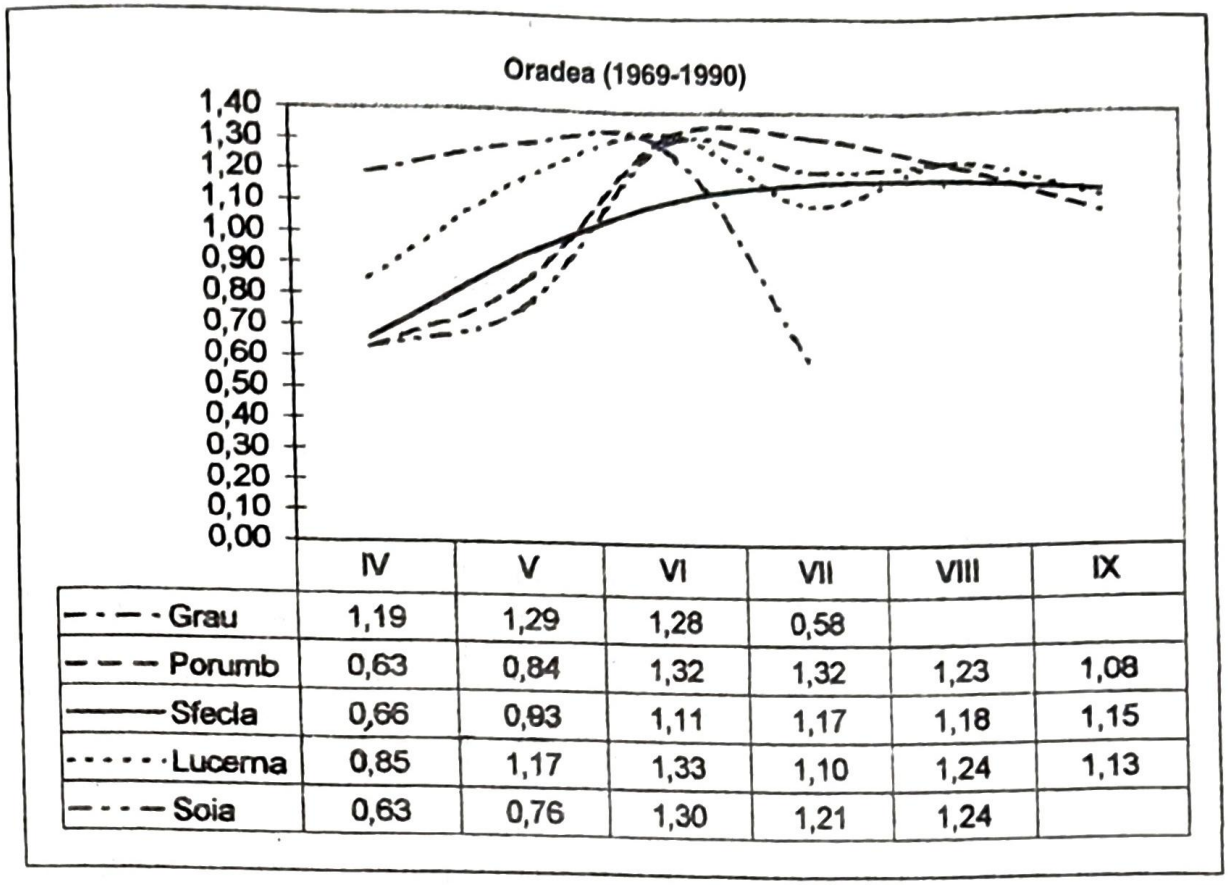


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Grau	1,05	0,99	1,20			
Porumb	0,78	0,62	0,93	1,12	1,12	1,08
Sfecla	0,71	0,75	0,98	1,10	1,08	1,13
Lucerna	0,86	0,88	1,08	1,24	1,07	0,91

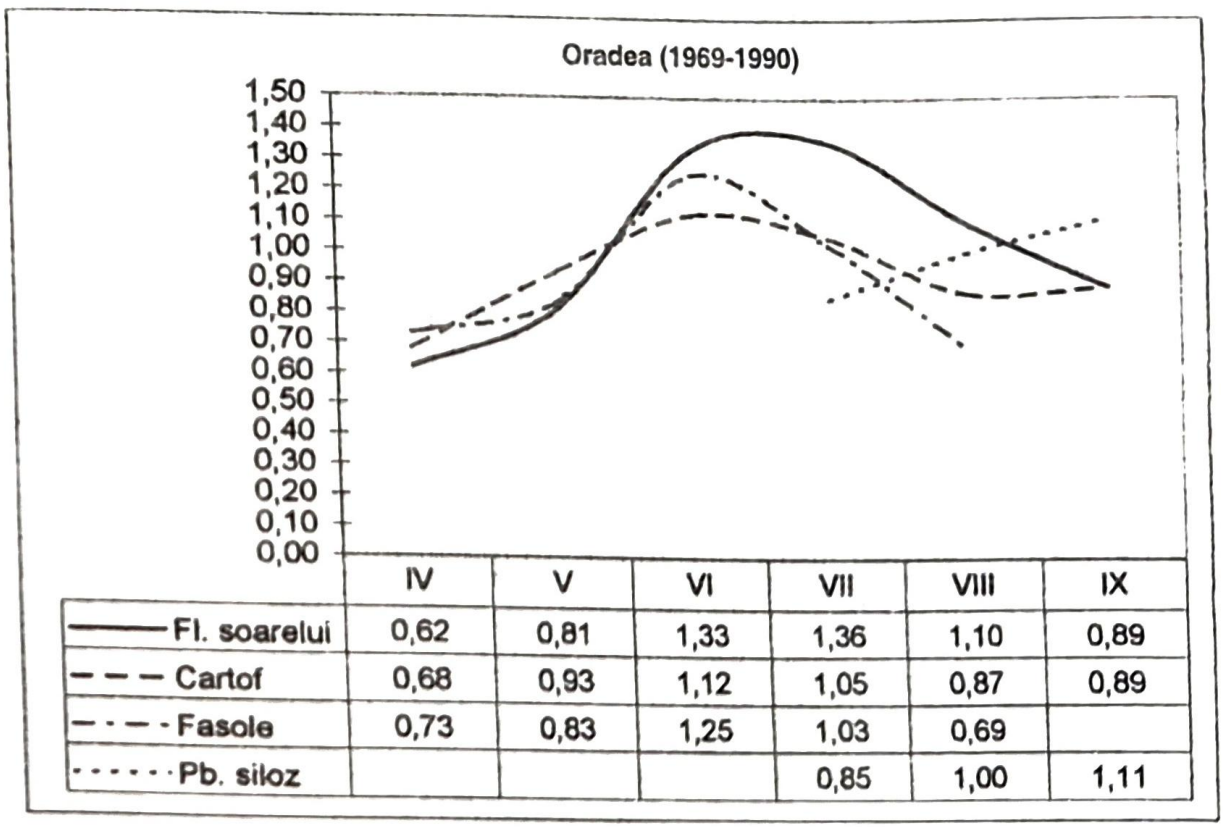


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Cartof	0,67	0,80	1,01	1,10	0,88	
Fasole		0,68	1,00	1,13	1,01	

Fig. 4.15. Coeficienții de transformare ai evapotranspirației de referință determinată cu ajutorul evaporimetrului Bac clasa A, în consumul de apă al culturilor (kt) din câmpul experimental de la Suceava

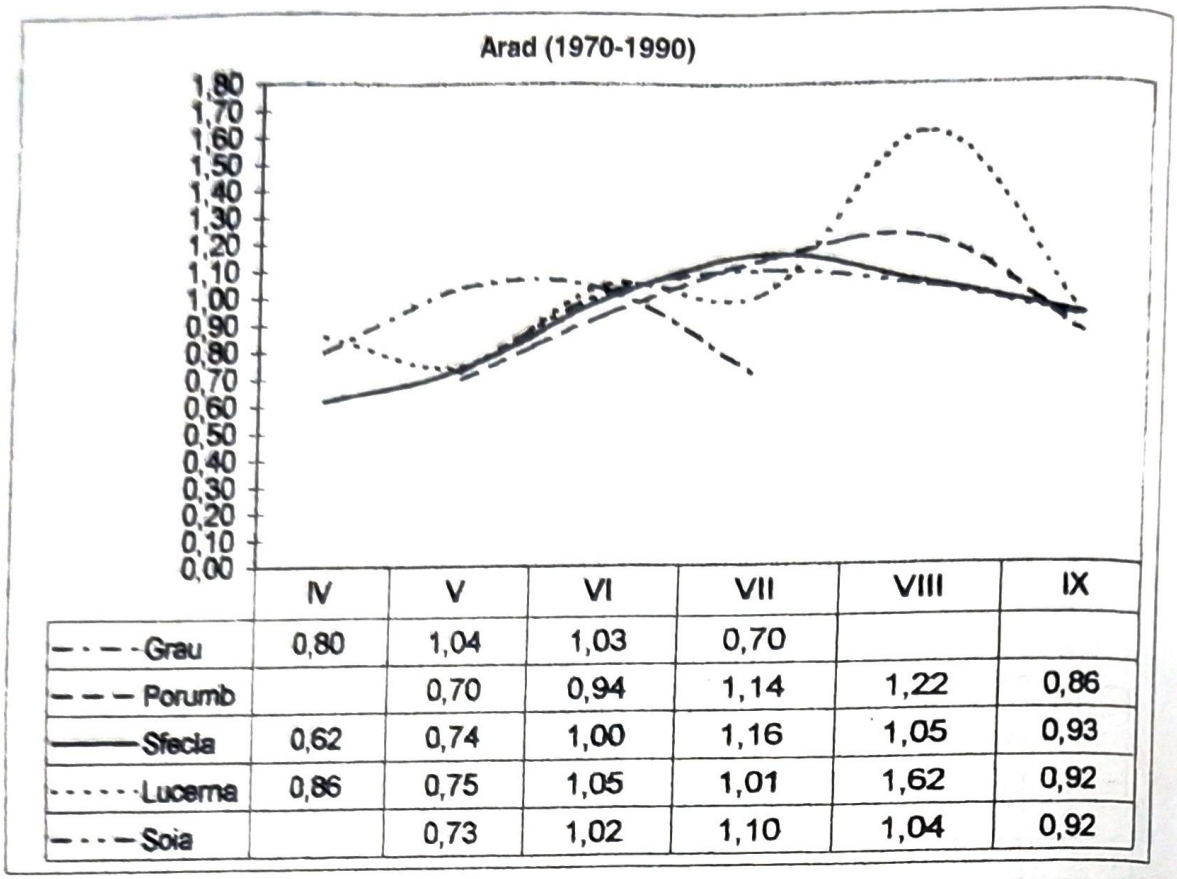


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Grau	1,19	1,29	1,28	0,58		
Porumb	0,63	0,84	1,32	1,32	1,23	1,08
Sfecla	0,66	0,93	1,11	1,17	1,18	1,15
Lucerna	0,85	1,17	1,33	1,10	1,24	1,13
Soia	0,63	0,76	1,30	1,21	1,24	

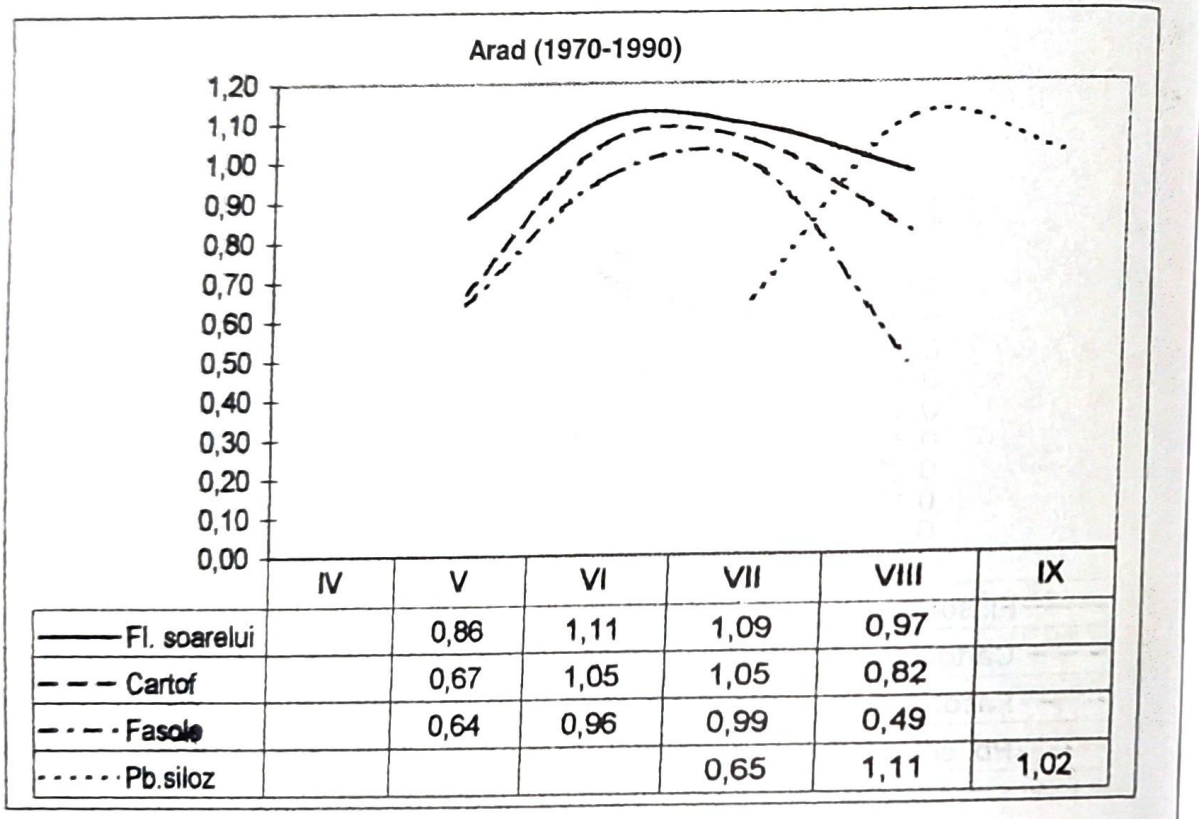


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Fl. soarelui	0,62	0,81	1,33	1,36	1,10	0,89
Cartof	0,68	0,93	1,12	1,05	0,87	0,89
Fasole	0,73	0,83	1,25	1,03	0,69	
Pb. siloz				0,85	1,00	1,11

Fig. 4.16. Coeficienții de transformare ai evapotranspirației de referință determinată cu ajutorul evaporimetrului Bac clasa A, în consumul de apă al culturilor (kt) din câmpul experimental de la Oradea

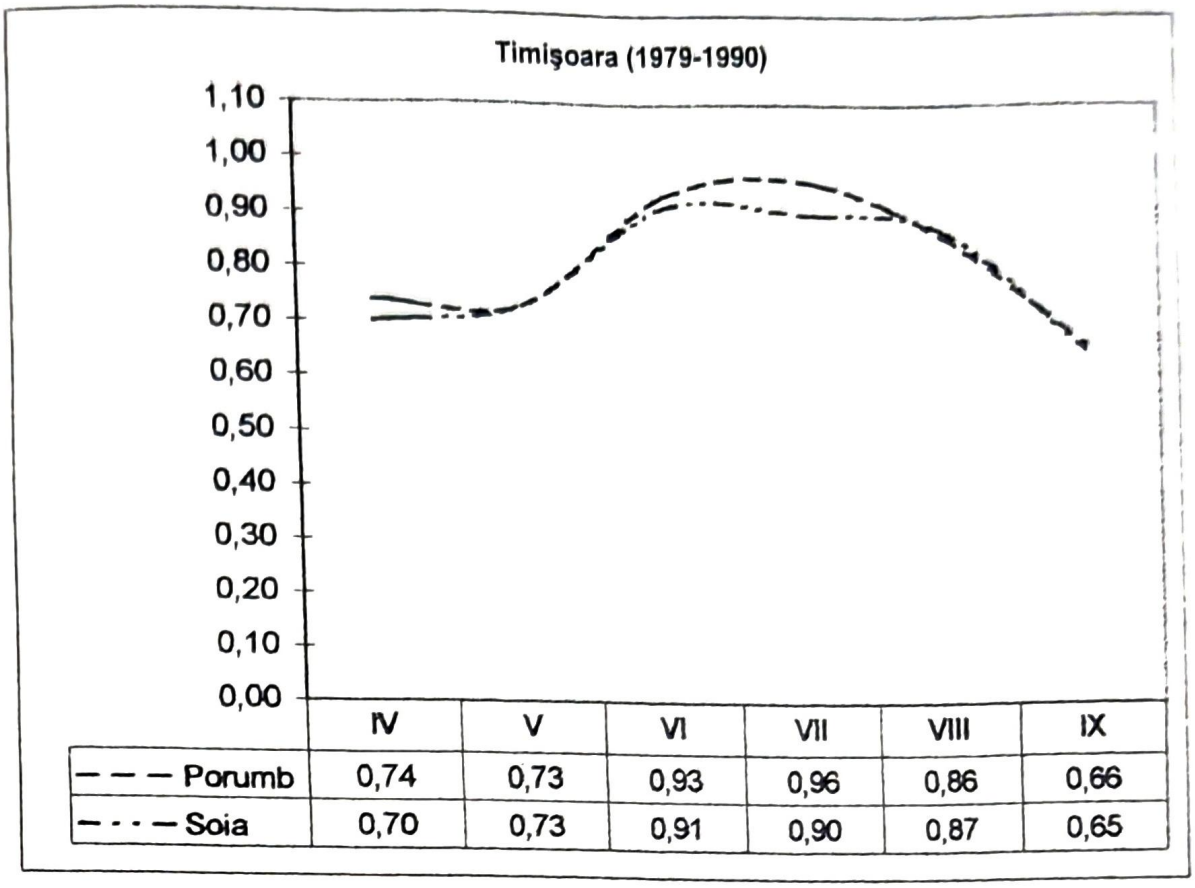


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Grau	0,80	1,04	1,03	0,70		
Porumb		0,70	0,94	1,14	1,22	0,86
Sfecla	0,62	0,74	1,00	1,16	1,05	0,93
Lucerna	0,86	0,75	1,05	1,01	1,62	0,92
Soia		0,73	1,02	1,10	1,04	0,92

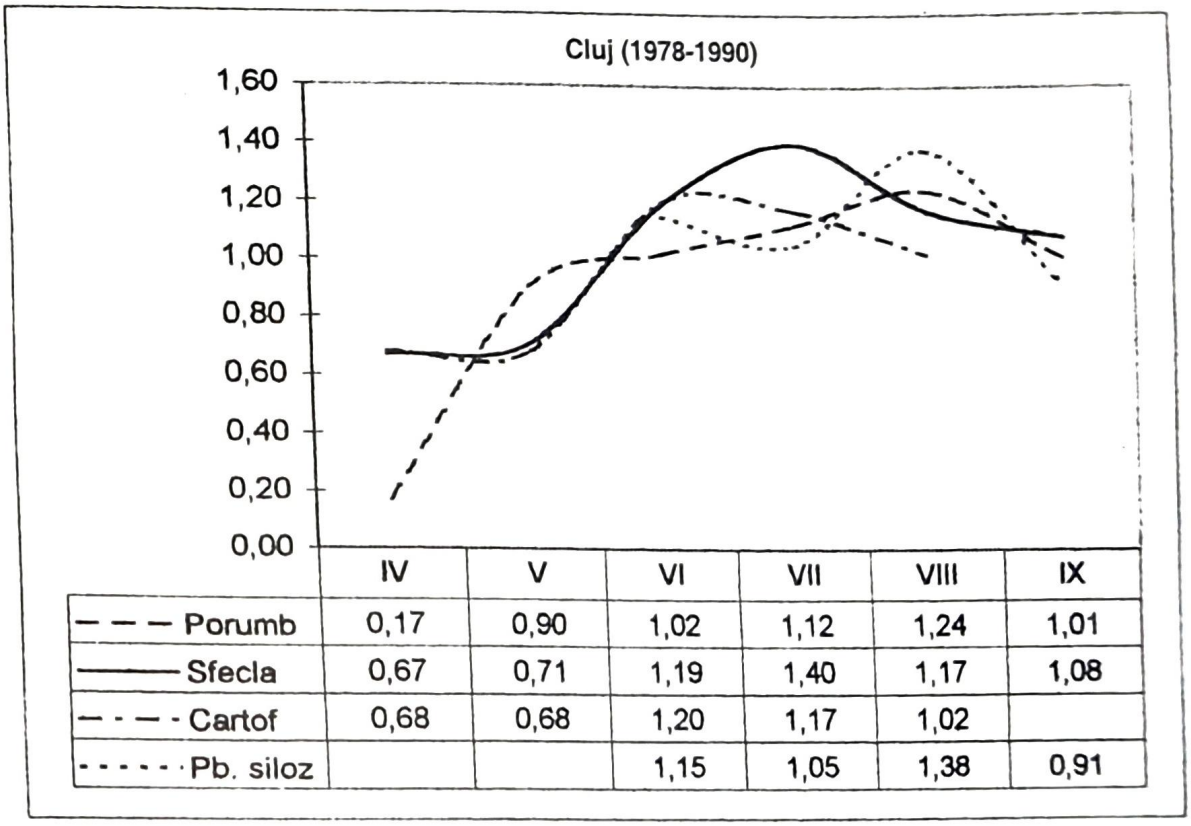


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Fl. soarelui		0,86	1,11	1,09	0,97	
Cartof		0,67	1,05	1,05	0,82	
Fasole		0,64	0,96	0,99	0,49	
Pb.siloz				0,65	1,11	1,02

Fig. 4.17. Coeficienții de transformare ai evapotranspirației de referință determinată cu ajutorul evaporimetrului Bac clasa A, în consumul de apă al culturilor (kt) din câmpul experimental de la Arad

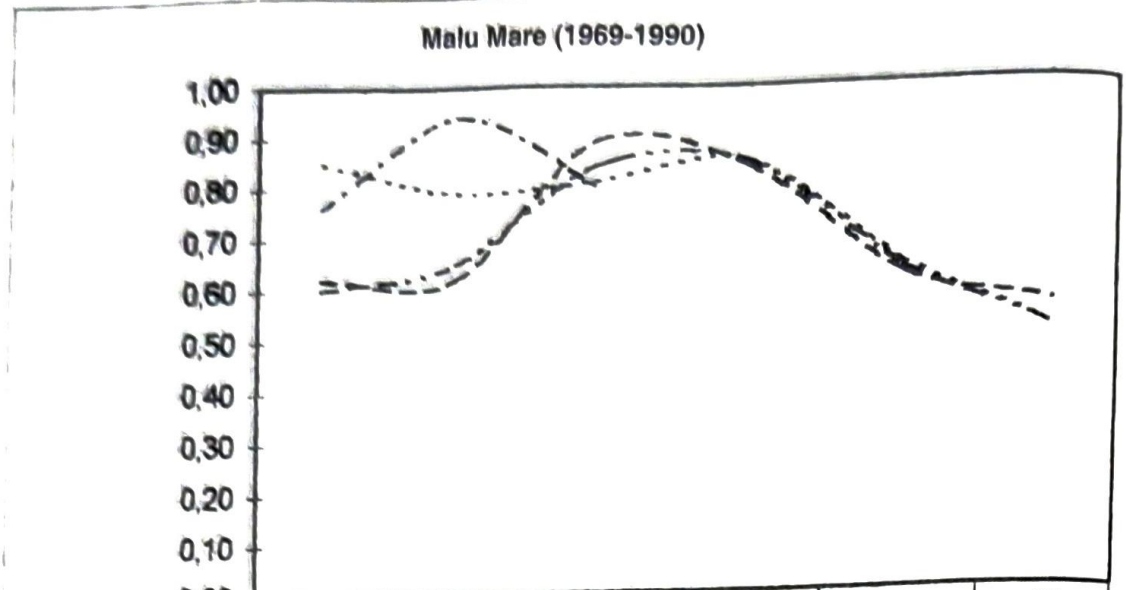


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
— — — Porumb	0,74	0,73	0,93	0,96	0,86	0,66
— · · — Soia	0,70	0,73	0,91	0,90	0,87	0,65

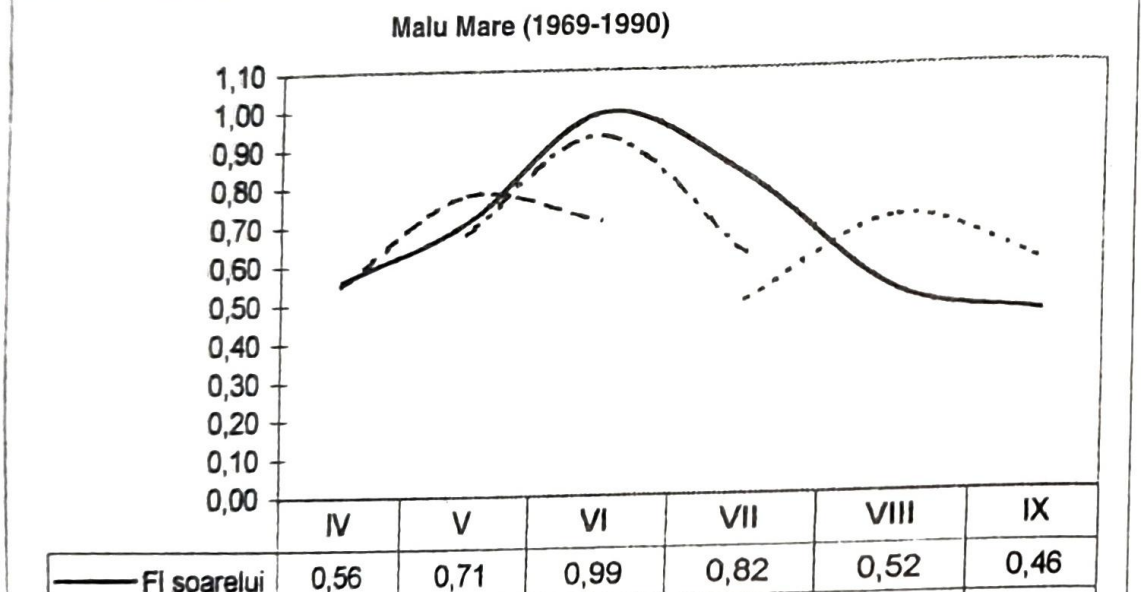


	IV	V	VI	VII	VIII	IX
— — — Porumb	0,17	0,90	1,02	1,12	1,24	1,01
——— Sfecla	0,67	0,71	1,19	1,40	1,17	1,08
— · — · Cartof	0,68	0,68	1,20	1,17	1,02	
· · · · · · Pb. siloz			1,15	1,05	1,38	0,91

Fig. 4.18. Coeficienții de transformare ai evapotranspirației de referință determinată cu ajutorul evaporimetrului Bac clasa A, în consumul de apă al culturilor (kt) din câmpurile experimentale de la Timişoara şi Cluj



	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Grau	0,76	0,94	0,80			
Porumb	0,62	0,62	0,89	0,84	0,62	0,56
Lucerna	0,85	0,79	0,81	0,85	0,64	0,51
Soia	0,60	0,65	0,84	0,85	0,63	0,51



	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Fl soarelui	0,56	0,71	0,99	0,82	0,52	0,46
Cartof	0,55	0,78	0,71			
Fasole		0,68	0,93	0,62		
Pb. siloz				0,5	0,71	0,59

Fig. 4.19. Coeficienții de transformare ai evapotranspirației de referință determinată cu ajutorul evaporimetrului Bac clasa A, în consumul de apă al culturilor (kt) din câmpul experimental de la Malu Mare

În unele țări în care irigațiile se folosesc în mod curent, parametrii la care ne-am referit (Kc şi Kt) se stabilesc pe stadii de vegetație ale culturilor (Doorebos şi Pruitt, FAO, Roma, 1975, 1990). Trebuie făcută precizarea din acest punct de vedere că modul de stabilire al acestora lunar (așa cum s-a procedat la noi) face posibilă adaptarea lor şi în alte situații, cum ar fi şi aceea pe stadii de vegetație etc., mai ales prin prelucrarea sub formă de curbe, desfăşurate pe întreaga perioadă de vegetație.

Modul de lucru, în condiții de producție, în teren şi calculul pentru stabilirea momentului udării. În teren, evaporimetrele Bac clasa A (de regulă se recomandă a fi în număr de trei, făcându-se o medie între citiri) se umplu cu apă, lăsându-se o gardă de 5 cm sub marginea superioară a vasului de evaporare, pentru prevenirea unor eventuale pierderi de apă în perioadele cu vânt puternic. Garda de 5 cm constituie totodată o rezervă pentru acumularea apei provenite din eventualitatea apariției unor ploi.

De asemenea, nu se admite scăderea nivelului apei din vas mai jos de 7,5 cm față de marginea superioară. Nerespectarea acestor niveluri poate conduce la erori de până la 15%. Turbiditatea apei în vasul de evaporare afectează, de asemenea, datele într-o proporție de până la 5% (Doorembos şi Pruitt, 1975). Vasul de evaporație şi cilindrul liniştitor trebuie să se afle într-o poziție de permanentă orizontalitate. Cel din urmă se reglează cu ajutorul şuruburilor de calare. Este interzis să se utilizeze mijloace de protecție împotriva păsărilor care ar putea consuma apa din evaporimetre (plasă de sârma, grătar etc.). După Goldberg şi colab. (1976), valorile obținute în asemenea condiții sunt mai reduse cu 10,4%. Menținerea unui evaporimetru în plus, în permanență plin cu apă, poate preveni eventualitatea folosirii de către păsări a apei de băut din vasele unde se fac înregistrările, întrucât păsările preferă să bea apa din vasul plin de unde o extrag mai cu uşurință.

Citirile din evaporimetru se fac zilnic, dimineața la aceeaşi oră, de regulă la ora 8. Diferența dintre două citiri reprezintă apa evaporată în 24 de ore.

În cazul apariției unor ploi, care evident influențează nivelul apei în evaporimetru, datele privind evaporația pentru ziua respectivă rezultă din următorul calcul: la citirea dinainte de ploaie se adaugă precipitațiile căzute în mm (după pluviometrul instalat la nivelul vasului de evaporație) şi se scade apoi valoarea citită după ploaie. În vederea evitării unor deficiențe care se concretizează în unele inexactități legate de însuşi procesul de evaporație, o condiție obligatorie care se impune este aceea de realizare a unei întrețineri în stare perfectă în timpul funcționării atât a vasului de evapo-

rație cât și a dispozitivului de măsurare a nivelului. Dispozitivul de măsurare va fi mânuit de una și aceeași persoană care va avea grijă să-l ferească de lovituri, să-l protejeze împotriva ruginii etc. Vasul de evaporație se menține în permanență în culoarea albă. Orice modificări ale culorii duc la modificarea evaporației. Pentru aceasta, se va vopsi ori de câte ori este nevoie, iar apa se schimbă de câte ori pătrunde praf care influențează asupra culorii și implicit asupra procesului de evaporație.

Apa se schimbă de asemenea, sau se completează când nivelul acesteia în evaporimetru atinge limita anterior menționată. Odată cu schimbarea apei se spală și vasul.

Operația de prognoză și avertizare a udării are un caracter complex. Evident, scopul principal al acestei operații este satisfacerea cerințelor de apă ale plantelor în cele mai bune condiții în vederea realizării unei eficiențe maxime a recoltelor culturilor irigate. În același timp această operație presupune o coroborare cu măsurile agrotehnice aplicate culturilor irigate. De asemenea, să se coreleze cu capacitatea sistemului de irigație, cu modul de distribuție a apei în rețeaua de canale, cu tipurile de instalații și schemele de lucru ale acestora. O latură deloc neglijabilă o constituie, de asemenea, menținerea permanentă a legăturii cu beneficiarii apei de irigații.

După câte se cunoaște, în modul de organizare a sistemelor de irigație, este prevăzut și un centru de avertizare, condus de un cadru cu pregătire superioară, ajutat de un număr de colaboratori pentru înregistrările la evaporimetre, diferite calcule etc. Concret, într-un centru de avertizare activitatea trebuie să se desfășoare după cum urmează: primăvara se stabilește rezerva inițială („de start") a umidității pentru toate culturile aflate în vegetație, cu ajutorul unei *metode punctuale* (gravimetrică, tensiometrică, neutronică etc.), în funcție de aparatura aflată în dotarea sistemului de irigație, respectiv a centrului de avertizare aferent. Apoi, pentru fiecare cultură deservită de un punct de avertizare dotat cu evaporimetrele necesare, se întocmește o fișă de bilanț din care în final trebuie să rezulte momentul aplicării udării prognozat, respectiv când rezerva de umiditate din sol atinge plafonul minim caracteristic zonei și culturii. Corect, nu se lasă să se atingă acest plafon; udarea trebuie să înceapă cu câteva zile mai înainte, pentru că altfel, ținând seama de durata acesteia s-ar putea ajunge la o scădere mult sub această limită, fapt care ar dăuna plantei.

Avertizarea începerii udării se face având în vedere timpul necesar anunțării din timp a beneficiarilor terenurilor agricole din cadrul sistemelor de irigații, luând în considerare și consumul de apă din ultimele zile.

Este foarte important ca recomandările cuprinse în buletinul de avertizare să fie respectate întocmai. Este necesar să se cunoască faptul că defecţiunea rezultată ca urmare a neaplicării udării la timpul programat, cu greu mai poate fi remediată. Astfel, întârzierea udării din cauza prelungirii duratei de funcţionare a unei aripi de udare într-o poziţie de lucru, implicit conduce la majorarea normei de udare. În continuare, aplicarea normei de udare majorate are ca efect prelungirea duratei de udare, cu efect asupra începerii udării la solele care urmează, bineînţeles cu toate consecinţele negative care decurg. Este foarte important să se aibă în vedere faptul că un sistem de irigaţie funcţionează ca o uzină, cu un flux tehnologic bine precizat şi ca urmare orice defecţiune care apare pe parcurs poate provoca dereglări de natura celor arătate; acestea de cele mai multe ori se răsfrâng în continuare în organizarea muncii la irigat, la utilizarea parcului de maşini pentru întreţinerea culturilor irigate, inclusiv la aplicarea unor tratamente contra diferiţilor dăunători etc. Beneficiarii terenurilor din sistemele de irigaţii, care primesc respectivele buletine de avertizare, trebuie să aibă în vedere în permanenţă faptul că sistemele de irigaţii sunt dimensionate pentru aplicarea corectă a udărilor şi că acestea nu pot face faţă altor situaţii care intervin din diferite motive, subiective de cele mai multe ori. Orice abatere din acest punct de vedere se concretizează în final prin urmări negative asupra recoltelor, iar unele chiar asupra evoluţiei unor factori de mediu, cum ar fi solul, spre exemplu. Din acest punct de vedere, unele controale asupra rezervei de umiditate a solului care se mai efectuează (este vorba de unele testări punctuale, spre exemplu, efectuate prin metoda gravimetrică, tensiometrică, neutronică etc.) nu au decât rolul de a constata o situaţie care deja s-a produs, unele intervenţii nefiind în măsură de cele mai multe ori să conducă la o remediere consistentă cum ar fi de dorit. Trebuie făcută precizarea că însăşi acei coeficienţi de transformare (Kt), de care s-a vorbit anterior, sunt stabiliţi în condiţiile în care în sol, prin aplicarea irigaţiei, rezerva de apă a fost menţinută între cei doi indicatori importanţi: plafonul minim al umidităţii (Pmin) şi capacitatea de câmp pentru apa solului (CC).

Un rol deosebit în desfăşurarea întregului proces revine asociaţiilor de utilizatori ai apei de irigaţii (AUAI), care trebuie de urgenţă să organizeze centre de avertizare a udărilor peste tot unde există amenajări de irigaţii şi, de asemenea, să le întărească pe cele existente. Un rol primordial al acestora este tocmai aplicarea cu strictețe a udărilor pe baza metodologiei existente, metodologie care s-a dovedit eficientă prin rezultatele obţinute în urma

testelor efectuate prin cercetări în acest sens încă din timpul începutului (Grumeza, 1974), precum și din rezultatele obținute în activitatea de exploatare curentă a amenajărilor de irigații din țara noastră. Așa cum s-a mai specificat, instrumentul de bază folosit în prognoza și programarea udărilor îl reprezintă evaporimetrul de tip Bac clasa A, care este ușor de confecționat și de exploatat fiind la îndemâna oricărui producător dornic de a-l procura și utiliza. Centrul de prognoză și avertizare a udărilor trebuie să fie dotat, așa cum de altfel toate regulamentele de exploatare prevăd, cu un minimum de aparatură, strict necesară. Aceasta constă în principal din evaporimetrele de care s-a vorbit, inclusiv accesoriile (grătarul suport, cilindrul liniștitor și dispozitivul de citire a evaporației), la care se adaugă și aparatura pentru stabilirea rezervei de umiditate primăvara, la început de campanie de irigat, constând, fie din etuva de uscare a probelor de sol inclusiv balanță, sondele pentru recoltare și celelalte accesorii caracteristice metodei gravimetrice, fie prin instrumentele proprii altor metode cum ar fi tensiometre, sonda cu neutroni etc.

Această aparatură, în afară de scopul principal menționat, acela de determinare a umidității la început de campanie, se mai folosește și pentru unele verificări pe parcurs a stării de umiditate a solului, stabilită cu ajutorul evaporimetrelor și corectată cu coeficienții de corecție amintiți (Kt). Verificările menționate, fiind însoțite și de anumite corectări în ceea ce privește starea rezervei de umiditate din sol, sunt necesare a se efectua de câteva ori pe parcursul perioadei de vegetație a culturilor, numărul lor stabilindu-se de la caz la caz.

Introducerea în centrele de avertizare a acestei *metode, bazată pe relația dintre consumul de apă al plantelor și evaporația din evaporimetrul Bac clasă A*, s-a făcut "din mers" în sistemele de irigații aflate în exploatare. Anterior s-au utilizat metode stabilite în cadrul ICITID, continuator al cercetărilor privind irigațiile și desecările, organizat prin fuziunea secțiilor de irigații și desecări (aparținând până în 1978, ICIFP), cu Stațiunea de Cercetări FAO Băneasa-Giurgiu. Metoda principală folosită deci până la obținerea primilor parametrii (Kt) necesari prognozei și avertizării udărilor cu ajutorul evaporimetrelor a fost aceea a *extrapolării datelor privind rezerva de apă din sol determinată în parcele de control*, care se bazează pe controlul direct al rezervei de umiditate din sol prin investigații periodice (de regulă, o dată la 10 zile și mai des chiar, cum ar fi spre exemplu în cazul apariției unor ploi mai mari de 10 mm). Respectiva metodă, așa după cum s-a mai specificat, a fost folosită în faza inițială, în perioada în

care au intrat în exploatare marile amenajări de irigaţie, atunci când nu existau alte posibilităţi din acest punct de vedere. A fost o metodă provizorie, până la elaborarea uneia care să corespundă cerinţelor noii etape a dezvoltării irigaţiilor din ţara noastră. Aşa după cum a rezultat în cele expuse anterior, metoda propusă pentru generalizare în condiţiile ţării noastre a fost aceea bazată pe relaţia dintre consumul de apă al plantelor şi ET_o (în cazul de faţă reprezentând evaporaţia din evaporimetrul Bac clasa A), prin folosirea acelor parametrii (Kt) determinaţi prin cercetări în principalele zone pedoclimatice interesate la irigaţii. Vorbind despre această metodă, trebuie să se aibă în vedere faptul că, pentru cunoaşterea umidităţii din sol la începutul perioadei de vegetaţie, este necesar a se face o determinare a acesteia prin *investigaţii directe în teren* în cazuri concrete date, urmărind ca, după aceea, să se intre în bilanţul prezentat exemplificativ în „fişa model" din figura de mai jos. Aceste investigaţii se pot face folosind metoda extrapolării datelor privind rezerva de apă din sol, determinată în parcelele de control. Rezultă astfel că trecând la metoda mai perfecţionată (folosind evaporimetrele) adecvată condiţiilor sistemelor de irigaţii din ţara noastră, nu se renunţă în totalitate nici la procedeele de investigare directă a rezervei de apă din sol, inclusiv la aparatura necesară. Aceste investigaţii se fac aşa după cum s-a mai arătat numai la determinarea rezervei iniţiale precum şi în cazul unor eventuale verificări ale rezervei de umiditate.

FIŞA MODEL

Pentru stabilirea momentului udării folosind metoda bazată pe relaţia dintre consumul de apă al plantelor şi evaporaţia din evaporimetru.

Luna.....
Cultura.....
Capacitatea de câmp (CC).....
Plafonul minim (Pmin).....
Norma de udare.....
Coeficientul de transformare (Kt).....

Data	Intrări			Ieşiri		Bilanţul
	Precipitaţii (P)	Udări (m)	Aportul freatic (a.f.)	Evaporaţie (Ev)	Consumul de apă (ETR opt.)	Momentul udării
1	2	3	4	5	6	7

Capitolul 5

EFECTUL IRIGAȚIEI ASUPRA RECOLTELOR PRINCIPALELOR CULTURI AGRICOLE ÎN DIFERITE CONDIȚII PEDOCLIMATICE DIN ROMÂNIA

În condițiile climatice ale țării noastre, irigația este o măsură de suplimentare a cantităților de apă provenite pe cale naturală din precipitații, în perioadele când acestea sunt insuficiente față de cerințele culturilor. Este de fapt un mijloc, utilizat pentru corectarea unui factor natural, care așa cum se prezintă (este vorba de regimul precipitațiilor) are ca efect mari fluctuații de recoltă de la un an la altul. Prin utilizarea irigațiilor se urmărește până la urmă obținerea unor producții cât mai stabile, apropiate de potențialul productiv al plantelor în condițiile pedoclimatice date. Aceasta bineînțeles cu atât mai mult cu cât, pe parcursul cercetărilor efectuate în țara noastră s-a constatat că sunt ani în care datorită insuficienței precipitațiilor în anumite perioade, recoltele se reduc foarte mult, mergând până la compromiterea totală. Este de reținut faptul că prin investigațiile și experimentările privind regimul de irigare, inclusiv celelalte tratamente aplicate, pentru obținerea rezultatelor necesare dimensionării sistemelor de irigații în proiectare, inclusiv pentru prognoza udărilor în exploatare, nu s-a urmărit obținerea unor producții maxime. S-a avut în vedere realizarea unor producții mari în condiții economice, prin care să se obțină un anumit profit scontat de producătorul agricol. În momentul de față există asemenea rezultate, corespunzătoare diferitelor condiții pedoclimatice ale țarii noastre, rezultate care încă pot fi îmbunătățite prin continuarea și amplificarea mai ales a investigațiilor privind reducerea consumului de apă, fără a se afecta semnificativ recoltele. Tot din cercetările efectuate în cadrul rețelei de câmpuri experimentale ale ICITID a mai rezultat că, utilizând această cale de introducere a apei în sol prin irigații, respectând riguros un anumit plafon minim al umidității solului înainte de declanșarea udărilor, nu se poate conta neapărat pe obținerea unor producții stabile la modul absolut. Rezultatele au pus în evidență totuși unele diferențieri de la un an la altul, desigur mult mai reduse, decât în cazul culturilor neirigate. Acesta cunoscut fiind faptul că procedând în felul în care s-a arătat, se acționează doar asupra unui singur element din cele care au legătură cu producțiile culturilor agricole irigate, și anume „pla-

fonul minim", în sensul că nu se permite scăderea rezervei de umiditate din sol pe adâncimea de udare, sub acest plafon. Datorită însă apariţiei precipitaţiilor, care survin după cum se ştie în mod aleatoriu, în cadrul intervalului umidităţii active (IUA), cuprins între acest plafon şi umiditatea corespunzătoare capacităţii de câmp, se produc totuşi unele fluctuaţii în ceea ce priveşte prezenţa apei în stratul activ al solului. Aceste fluctuaţii sunt diferite ca mărime, fapt care se soldează în principal cu diferenţierile în ceea ce priveşte producţiile. Aşa se explică de altfel faptul că, spre exemplu, în câmpul experimental de la Staţiunea de Cercetări Caracal, faţă de producţia obţinută la porumb în condiţii de irigaţii de 11,2 t/ha, media pe o perioadă de peste 20 ani, au fost ani, cum ar fi spre exemplu 1993, când aceasta nu a depăşit 9 t/ha, datorită tocmai caracterului excesiv de secetos al acestui an, când umiditatea s-a menţinut în permanenţă foarte aproape de acest plafon. De regulă anii în care s-a depăşit producţia medie la care ne-am referit au fost aceia care, datorită regimului precipitaţiilor mai bogat, s-au caracterizat şi printr-o umiditate a solului mai apropiată de capacitatea de câmp pentru apă a solului. De altfel, tot din cercetările efectuate în cadrul ICITID privind regimul de irigaţie, cele mai bune rezultate de producţii s-au obţinut la varianta în cadrul căreia plafonul minim al umidităţii solului s-a menţinut superior coeficientului de ofilire cu 2/3 din intervalul umidităţii active, prin urmare foarte apropiat de capacitatea de câmp. Acest fapt este explicabil de altfel, având în vedere că, în aceste condiţii, accesibilitatea apei din sol se măreşte, devenind tot mai favorabilă proceselor fiziologice care se petrec în plante, reflectate în final în cantităţile de recoltă. Trebuie reţinut însă faptul că aceasta presupune aplicarea unor norme de udare mici şi dese, necesitând mutarea conductelor mobile (la echipamentele deplasate manual de pe o poziţie pe alta), inclusiv în unele ore din noapte, cu toate implicaţiile care survin asupra utilizării forţei de muncă. Este vorba în asemenea cazuri şi de necesitatea suplimentării echipamentului de udare, fapt care se reflectă într-o majorare a investiţiei. Pentru aceste consideraţiuni, în marea majoritate a câmpurilor experimentale ale ICITID, s-a mers pe varianta cea mai convenabilă din punct de vedere tehnico-economic, în care atât momentele de aplicare a udărilor cât şi mărimea acestora (normelor de udare) să fie pe cât posibil cele corespunzătoare menţinerii plafonului minim al umidităţii solului, superior coeficientului de ofilire cu 1/2 din intervalul umidităţii active a solului, pe adâncimea de udare.

Progresul tehnic în domeniul echipamentelor şi mecanismelor folosite în aplicarea udărilor, fără îndoială va veni cu unele îmbunătăţiri în legătură şi cu concepţiile privind chiar procesul de aplicare a udărilor, inclusiv mărimea

normelor de udare. Desigur, în condițiile utilizării instalațiilor cu aripile de udare mutate mecanizat, se poate adapta întreg procesul de irigare pe parcelă mai apropiat de cerințele plantelor, ca să dăm numai un singur exemplu. Se pot folosi chiar norme de udare variabile, la intervale de udare, de asemenea variabile, cât mai apropiate de procesul de evapotranspirație care se produce în plante. Trebuie reținut faptul că modul în care au fost concepute cercetările efectuate în domeniul consumului de apă al plantelor și rezultatele acestora corespund întru totul cerințelor atât dimensionării sistemelor de irigații, inclusiv calculelor de fezabilitate (în care se includ și datele privind producțiile), cât și ale celor privind exploatarea terenurilor irigate în contextul folosirii raționale a apei de irigat. În legătură tocmai cu acest aspect, privind utilizarea judicioasă a apei de irigație s-a avut în vedere atât efectul de scurtă durată (asupra recoltelor), cât și acela pe termen lung, legat de protecția mediului înconjurător.

Din acest punct de vedere revenim asupra faptului că în cazul de față *solul* reprezintă cea mai importantă componentă a mediului ambiant și ca atare, în această direcție trebuie canalizată toată atenția, în sensul nu numai a menținerii dar și a creșterii permanente a fertilității solurilor din amenajările de irigații. Nu este cazul să mai insistăm asupra faptului că atunci când se discută despre folosirea irigațiilor, trebuie să se aibă în vedere un ansamblu de măsuri, destinate să însoțească această acțiune, cum ar fi, fertilizarea, lucrări de întreținere (arături, praşile, tratamente fitosanitare) etc. Trebuie să se rețină un fapt deosebit de important și anume că *agricultura irigată* nu reprezintă numai aplicarea unor norme de udare la momentul cel mai potrivit. Acest tip de agricultură trebuie privit că un concept care însumează un complex de intervenții înglobate într-un tot, care include o serie de componente printre care și acelea la care s-a făcut referire și care o diferențiază substanțial de agricultura tradițională, ca să o numim așa, pe aceea care se practică în mod obișnuit pe terenurile neirigate. Odată cu introducerea apei pe cale artificială (prin irigații) se produc schimbări esențiale în sol în primul rând, dar și în plantă, care nu trebuie să scape din atenția producătorului ce dispune de această posibilitate. În anumite condiții se pot produce chiar unele dezechilibre.

Din cercetările efectuate au rezultat producțiile posibil a se obține, cu mențiunea că acestea nu sunt limitative. Ele pot fi sporite uneori chiar foarte mult atât cantitativ cât și calitativ, dacă se ține seama de faptul că toată agricultura se desfășoară că un proces dinamic mereu susceptibil de îmbunătățire. Cu atât mai mult în cazul celor irigate unde, așa după cum s-a arătat, este vorba de un anumit concept în care și aici intervin factori care acționează

în interdependență. Desigur, aceştia trebuie dirijați către scopul final şi anume practicarea unei agriculturi durabile. În acest context trebuie subliniat în mod deosebit faptul că intervenția cu acest important factor de vegetație în viața plantelor, care înseamnă *apa de irigat*, poate produce unele dezagremente legate în special de evoluția solurilor. Respectiv, evoluția în ambele sensuri, negativ şi pozitiv depinde în cea mai mare măsură tocmai de modul cum este utilizată această apă. Rostul cercetărilor privind consumul de apă al plantelor a fost de fapt acela de a stabili care sunt cerințele pentru suplimentarea necesarului de apă prin irigații în vederea obținerii producțiilor optime din punct de vedere tehnico-economic, constituind, de fapt, şi scopul final al acestor cercetări.

5.1. PRODUCȚII MEDII OBȚINUTE PRIN APLICAREA IRIGAȚIILOR COMPARATIV CU CELE OBȚINUTE LA NEIRIGAT

După cum a rezultat din cele prezentate anterior, câmpurile experimentale privind consumul de apă al culturilor, celelalte elemente ale bilanțului apei în solul irigat ca şi producțiile obținute atât la culturile irigate cât şi la cel neirigate, au fost amplasate în diferite condiții pedoclimatice, în toate zonele interesate la irigații. Din tabelele 5.1, 5.2 şi 5.3 se constată diferențe mari în ceea ce priveşte producțiile rezultate ca medii la culturile neirigate, dar şi în cazul celor irigate. Astfel, dacă analizăm spre exemplu, situația de la porumbul pentru boabe la neirigat, observăm că la această cultură, producțiile cele mai scăzute s-au obținut în Dobrogea, la Valu lui Traian, respectiv 4,2 t/ha (media pe perioada de cercetare). Între 5 şi 5,5 t/ha s-au obținut la Maglavit - Calafat, Drăgăneşti - Teleorman, Berceni - Ilfov şi Mărculeşti. Tot la neirigat, ca medie pe perioada de cercetare, s-au obținut producții de 5,6 t/ha la Cătească - Argeş, 6 t/ha la Brăila, 5,9 t/ha la Cosmeşti –Tecuci. Peste 6 t/ha (media pe perioada de cercetare) s-au obținut la Arad (6,5 t/ha), la Suceava 6,6 t/ha şi la Oradea 6,9 t/ha. Peste 7 t/ha s-au obținut la Timişoara (soluri fără aport freatic) respectiv 7,4 t/ha. De asemenea, la Cluj, 7,3 t/ha, iar la Podul Iloaiei 8,6 t/ha. În condiții de irigații, media producțiilor pe perioada de cercetare, după cum rezultă din acelaşi tabel, s-a înscris între 11 şi 12 t/ha în majoritatea câmpurilor experimentale (Caracal, Berceni, Cătească, Valu lui Traian, Cosmeşti, Oradea şi Arad). Producțiile medii în condiții de irigații cuprinse între 10 şi 11 t/ha, s-au obținut la Mărculeşti, Brăila, Cluj şi Podu Iloaiei. Tot în condiții de irigații, ca medii pe perioada de cercetare s-au obținut peste 13 t/ha în câmpurile experimentale de la Drăgăneşti (13,7 t/ha) şi la Calafat-Maglavit (14,1 t/ha).

Tabelul 5.1

Producții medii obținute în condiții naturale şi prin aplicarea irigației în câmpurile experimentale din rețeaua ICITID Băneasa-Giurgiu

Zona	Amplasamentul câmpului experimental	Culturile şi producțiile											
		Grâu				Porumb				Soia			
		Producții (t/ha)		Sporul de producție de la neirigat la irigat		Producții (t/ha)		Sporul de producție de la neirigat la irigat		Producții (t/ha)		Sporul de producție de la neirigat la irigat	
		N	I	t/ha	%	N	I	t/ha	%	N	I	t/ha	%
Câmpia Olteniei	Caracal	4.4	5.5	1.0	22	6.6	11.2	4.6	70	1.8	3.3	1.5	83
	Calafat-Maglavit	4.2	6.4	2.2	52	5.0	14.1	9.1	182	1.3	3.7	2.4	185
Câmpia Burnasului	Drăgăneşti-Teleorman	4.1	6.4	2.3	56	5.5	13.7	8.2	149	1.7	3.7	2.0	118
	Băneasa-Giurgiu	3.2	4.7	1.5	47	-	-	-	-	2.4	4.0	1.6	67
Sudul Câmpiei Vlăsiei	Berceni- Ilfov	3.2	4.8	1.6	50	5.2	11.2	6.0	115	1.7	3.3	1.6	94
Câmpia Piteştiului	Căteasca-Argeş	3.6	5.5	1.9	53	5.6	11.3	5.7	102	2.0	3.3	1.3	65
Câmpia Bărăganului	Mărculeşti	3.0	4.5	1.5	50	5.3	10.4	5.1	96	1.7	3.3	1.6	94
	Dor Mărunt	3.9	5.6	1.7	44	7.7	12.5	4.8	62	2.1	3.5	1.4	67
	Brăila	3.9	5.3	1.4	36	6.0	10.9	4.9	82	1.5	2.7	1.2	80
Dobrogea şi sudul Moldovei	Valu lui Traian	3.8	6.1	2.3	61	4.2	11.6	7.4	176	1.2	3.2	2.0	167
	M. Kogălniceanu	2.3	5.0	2.7	117	-	-	-	-	1.5	3.1	1.6	107
	Cosmeşti	2.3	4.6	2.3	100	5.9	11.2	5.3	90	1.6	3.3	1.7	106
Câmpia de Vest	Oradea	4.0	5.3	1.3	33	6.9	11.6	4.7	68	1.8	2.7	0.9	50
	Arad	3.4	4.4	1.0	29	6.5	11.7	5.2	80	1.8	2.6	0.8	44
	Timişoara	-	-	-	-	7.4	10.9	3.5	47	2.3	3.0	0.7	30
Podişul Transilvaniei	Cluj	-	-	-	-	7.3	10.0	2.7	37	-	-	-	-
Moldova de Nord	Podu-Iloaiei	3.8	4.6	0.8	21	8.6	10.2	1.6	19	2.5	3.0	0.5	20
	Suceava	3.5	4.0	0.5	14	6.6	7.5	0.9	14	-	-	-	-

Notă: N= neirigat; I= irigat

Tabelul 5.1 (continuare)

Zona	Amplasamentul câmpului experimental	Culturile şi producţiile											
		Floarea-soarelui				Sfecla de zahăr				Lucernă			
		Producţii (t/ha)		Sporul de producţie de la neirigat la irigat		Producţii (t/ha)		Sporul de producţie de la neirigat la irigat		Producţii (t/ha)		Sporul de producţie de la neirigat la irigat	
		N	I	t/ha	%	N	I	t/ha	%	N	I	t/ha	%
Câmpia Olteniei	Caracal	2.7	3.7	1.0	37	44.4	66.1	21.7	49	48.9	71.1	22.2	45
	Calafat-Maglavit	1.5	3.4	1.9	127	27.4	67.9	40.5	148	28.2	68.8	40.6	144
Câmpia Burnasului	Drăgăneşti-Teleorman	2.5	4.2	1.7	68	33.0	64.6	31.6	96	30.2	61.9	31.7	105
	Băneasa-Giurgiu	-	-	-	-	36.7	56.3	19.6	53	27.9	57.2	29.3	105
Sudul Câmpiei Vlăsiei	Berceni- Ilfov	2.4	4.1	1.7	71	-	-	-	-	35.0	64.1	29.1	83
Câmpia Piteştiului	Căteasca-Argeş	2.8	4.4	1.6	57	-	-	-	-	-	-	-	-
Câmpia Bărăganului	Mărculeşti	2.4	3.0	0.6	25	40.6	65.0	24.4	60	27.0	56.2	29.2	108
	Dor Mărunt	3.0	4.2	1.2	40	42.9	69.2	26.3	61	52.8	68.3	15.5	29
	Brăila	2.2	3.4	1.2	55	37.5	69.6	32.1	86	20.3	51.3	31.0	153
Dobrogea şi sudul Moldovei	Valu lui Traian	2.3	3.7	1.4	61	31.3	69.6	38.3	122	20.7	59.9	39.2	189
	M. Kogălniceanu	1.6	3.2	1.6	100	-	-	-	-	31.5	60.1	28.6	91
	Cosmeşti	1.9	3.5	1.6	84	21.5	64.4	42.9	200	37.1	74.1	37.0	100
Câmpia de Vest	Oradea	2.1	2.8	0.7	33	38.9	53.8	14.9	38	49.1	66.3	17.2	35
	Arad	2.7	3.3	0.6	22	37.7	53.6	15.9	42	42.7	59.9	17.2	40
	Timişoara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Podişul Transilvaniei	Cluj	-	-	-	-	45.2	64.8	19.6	43	-	-	-	-
Moldova de Nord	Podu-Iloaiei	2.2	2.6	0.4	18	46.0	53.4	7.4	16	45.2	54.0	8.8	19
	Suceava	-	-		-	42.1	48.4	6.3	15	49.3	56.4	7.1	14

Notă: N= neirigat; I= irigat

Tabelul 5.1 (continuare)

Zona	Amplasamentul câmpului experimental	Culturile şi producţiile											
		Cartofi				Fasole				Porumb siloz			
		Producţii (t/ha)		Sporul de producţie de la neirigat la irigat		Producţii (t/ha)		Sporul de producţie de la neirigat la irigat		Producţii (t/ha)		Sporul de producţie de la neirigat la irigat	
		N	I	t/ha	%	N	I	t/ha	%	N	I	t/ha	%
Câmpia Olteniei	Caracal	25.8	36.0	10.2	40	1.4	2.1	0.7	50	-	-	-	-
	Calafat-Maglavit	11.4	37.6	26.2	230	1.2	2.5	1.3	108	16.3	55.7	39.4	242
Câmpia Burnasului	Drăgăneşti-Teleorman	19.1	32.1	13.0	68	1.3	2.4	1.1	85	14.6	36.5	21.9	150
	Băneasa-Giurgiu	21.2	35.8	14.6	69	1.1	1.8	0.7	64	17.0	37.5	20.5	121
Sudul Câmpiei Vlăsiei	Berceni- Ilfov	20.1	32.5	12.4	62	1.2	2.0	0.8	67	12.1	51.1	39.0	322
Câmpia Piteştiului	Căteasca-Argeş	-	-	-	-	0.9	1.8	0.9	100	18.3	49.1	30.8	168
Câmpia Bărăganului	Mărculeşti	19.3	33.2	13.9	72	1.4	2.2	0.8	57	14.7	35.5	20.8	142
	Dor Mărunt	21.7	35.8	14.1	65	1.7	2.7	1.0	59	18.3	50.1	31.8	174
	Brăila	19.7	33.7	14.0	71	1.5	2.6	1.1	73	8.9	37.5	28.6	321
Dobrogea şi sudul Moldovei	Valu lui Traian	18.5	50.5	32.0	173	1.4	2.4	1.0	71	6.6	42.7	36.1	547
	M. Kogălniceanu	22.0	46.7	24.7	112	1.7	3.4	1.7	100	8.6	34.0	25.4	295
	Cosmeşti	15.7	31.0	15.3	98	1.4	2.5	1.1	79	12.3	35.5	23.2	189
Câmpia de Vest	Oradea	26.3	36.7	10.4	40	1.5	1.9	0.4	27	11.6	26.4	14.8	128
	Arad	28.6	35.3	6.7	23	1.8	2.6	0.8	44	24.7	41.4	16.7	68
	Timişoara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Podişul Transilvaniei	Cluj	35.0	43.1	8.1	23	-	-	-	-	34.0	44.8	10.8	32
Moldova de Nord	Podu-Iloaiei	34.0	38.3	4.3	13	2.1	2.3	0.2	10	25.6	30.4	4.8	19
	Suceava	37.7	41.5	3.8	10	2.2	2.5	0.3	14	-	-	-	-

Notă: N= neirigat; I= irigat

Tabelul 5.2

Producţii medii irigat şi neirigat pe nisipuri (Malu Mare)

Cultura	Varianta	Producţie (kg/ha)	Norma de irigaţie
		1969-1990	1969-1990
Porumb boabe	Irigat	10696	2001
	Neirigat	2763	-
Lucernă	Irigat	50889	2001
	Neirigat	-	-
Grâu	Irigat	4191	1211
	Neirigat	2114	-
Soia	Irigat	3463	2097
	Neirigat	936	-
Fl.-soarelui	Irigat	3456	1925
	Neirigat	1087	-
Fasole	Irigat	1584	1028
	Neirigat	496	-
Cartofi timpurii	Irigat	18292	734
	Neirigat	6905	-
Porumb siloz	Irigat	35046	1063
	Neirigat	14054	-

Tabelul 5.3

Producţii medii irigat şi neirigat pe solurile nisipoase (Gogoşu-Mehedinţi)

Cultura	Varianta	Producţie (kg/ha)	Norma de irigaţie
		1976-1990	1976-1990
Porumb boabe	Irigat	11037	2755
	Neirigat	2920	-
Soia	Irigat	3097	2642
	Neirigat	812	-
Grâu	Irigat	4669	1258
	Neirigat	2867	-
Sfecla de zahăr	Irigat	34372	2751
	Neirigat	9749	-
Fl.-soarelui	Irigat	3014	2731
	Neirigat	1323	-
Fasole	Irigat	1773	1618
	Neirigat	552	-
Cartofi timpurii	Irigat	17167	1188
	Neirigat	8272	-
Porumb siloz	Irigat	49876	1673
	Neirigat	13823	-

După câte se constată, în marea majoritate a zonelor pedoclimatice din ţara noastră, prin irigaţii se poate conta pe dublarea producţiei de porumb boabe. În unele cazuri a rezultat aproximativ chiar o triplare: la Maglavit şi la Drăgăneşti-Teleorman. O situaţie asemănătoare se prezintă şi

la soia, cultura la care, în situaţia unor condiţii pedoclimatice favorabile (este vorba de temperaturi în mod special), se poate conta pe dublarea producţiilor prin folosirea irigaţiilor. De fapt, la această cultură şi normele de irigaţii sunt asemănătoare cu cele rezultate la porumbul pentru boabe.

Sporuri importante, mergând uneori până la dublarea producţiei în multe cazuri (este vorba de medii după cum am arătat), s-au obţinut de asemenea la lucernă şi sfecla de zahăr. Creşteri mai mici de la neirigat la irigat, s-au obţinut la grâu, în jur de 50% în majoritatea cazurilor şi sub această valoare în Moldova de Nord. Totuşi, în Dobrogea s-a ajuns la dublarea producţiei atât la Valu lui Traian - Constanţa, cât şi la Tulcea şi, de asemenea, în sudul Moldovei la Cosmeşti - Tecuci. Trebuie de precizat că la această cultură s-au folosit cele mai mici norme de irigaţii înregistrându-se totodată cel mai redus consum de apă comparativ cu celelalte culturi, în condiţii de irigaţii. În ceea ce priveşte porumbul siloz însămânţat după grâu, aici s-au obţinut cele mai mari sporuri de producţie. Se ştie însă faptul că această cultură se însămânţează în general în luna iulie, de regula luna cea mai săracă în precipitaţii şi cu temperaturile cele mai ridicate. S-a constatat că mai ales în zonele din Bărăgan şi Dobrogea sămânţa introdusă în sol, după grâu în cele mai multe cazuri nu dispune de umiditate nici cel puţin pentru răsărire. De aceea producţiile medii se situează cu valori mergând până la de 3-6 ori mai mari la irigat faţă de neirigat. Aceasta în ceea ce priveşte *producţiile medii pe perioada de cercetare.*

O situaţie cu tot diferită se întâlneşte pe nisipuri şi pe solurile nisipoase. Astfel, spre exemplu, în câmpul experimental de la Malu Mare-Dolj, situat pe nisipurile din stânga Jiului producţia la porumb boabe pe perioada 1969-1990 la neirigat a fost de 2,8 t/ha, în timp ce în condiţii de irigaţii a fost de 11 t/ha (asemănătoare cu cea obţinută pe unele soluri zonale din Bărăgan). La grâu, diferenţa a fost de la 2,1 t/ha la 4,2 t/ha. Diferenţe foarte mari s-au constatat însă la următoarele culturi: la soia, de la 0,9 la 3,5 t/ha, la floarea-soarelui de la 1,1 la 3,5 t/ha, la fasole de la 0,5 la 1,6 t/ha, la cartofi timpurii de la 7 la 18 t/ha, iar la porumb siloz după grâu de la 14 la 35 t/ha. Subliniem faptul că au fost frecvente cazuri în care la unele culturi, în unii ani producţia în cultura neirigată a fost compromisă total, cum ar fi cazul spre exemplu la soia, fasole, cartofi şi mai ales la porumb siloz, după grâu.

În cazul unor plante, cum ar fi spre exemplu lucerna, cultură pe nisipuri a acesteia fără irigaţii nici nu poate fi concepută.

Diferenţe foarte mari de la irigat la neirigat s-au constatat, de asemenea, în câmpul experimental de la Gogoşu-Mehedinţi, pe solurile nisipoase din vestul Olteniei: la porumb de la 3 la 11 t/ha, la soia de la 0,8 la 3 t/ha,

la grâu de la 2,9 la 4,7 t/ha, la cartofi timpuri de la 8,3 la 17,2 t/ha, iar la floarea-soarelui de la 1,3 la 3 t/ha. Şi aici sunt cazuri de compromitere totală a producției în unii ani, ca şi la Malu Mare.

Referindu-ne prin urmare la aceste producții medii s-ar părea că spre exemplu la porumbul pentru boabe recoltele de 5-6 şi chiar 7 t/ha, obținute la neirigat în unele zone, ar reprezenta o situație apropiată de deziderate privind situația alimentară, cea legată de zootehnie în mod special. Mergând mai în detaliu constatăm că aceste producții medii, rezultând din niște producții anuale, ridică probleme deosebite mai ales în unii ani deficitari în precipitații.

5.2. PRODUCȚII LA PRINCIPALELE CULTURI AGRICOLE OBȚINUTE PRIN FOLOSIREA IRIGAȚIEI COMPARATIV CU CELE NEIRIGATE, ÎN UNII ANI CARACTERISICI DIN PERIOADA DE CERCETARE

Atât din tabelele prezentate cât şi din cele expuse în textul anterior a rezultat efectul irigațiilor asupra *producțiilor medii* pe perioade depăşind în cele mai multe cazuri 15-20 ani. Se constată însă diferențe substanțiale de la neirigat la irigat, la toate categoriile de culturi de la un an la altul şi în cadrul aceloraşi zone pedoclimatice. Pentru a se putea ajunge la unele concluzii care să oglindească realitatea cât mai corect, analiza pe baza acestor date, care reprezintă mediile, este foarte importantă dar nu suficientă. Uneori se consideră că prin obținerea unor anumite cuantumuri de recoltă la ha, chiar la neirigat, aşa după cum a rezultat din cele prezentate anterior, ar putea fi apreciată ca o situație mulțumitoare deşi potențialul productiv al solului, prin folosirea irigației, poate conduce la dublarea producțiilor (tot ca medii) în cele mai multe cazuri. Desigur, acest lucru este valabil pentru majoritatea culturilor, dacă ne oprim la o examinare generală, pe deasupra, cum s-ar zice. Intrând însă mai în detaliu, ajungem la niște constatări din care rezultă că datorită climatului specific al țării noastre se produc mari fluctuații de recolta de la un an la altul, care, de fapt, ar trebui luate în considerare. Concret este vorba de cazuri care în unii ani, datorită deficitului de precipitații combinat de regulă cu temperaturile ridicate, se ajunge la reduceri drastice ale recoltelor mergând de multe ori la compromiterea practic totală. E drept, sunt şi ani ploioşi cu producții foarte mari, dar ceea ce interesează mai mult sunt anii secetoşi care pot produce mari prejudicii agriculturii cu reflectare inclusiv în starea economiei generale a întregii țări.

Dacă ar fi să ne referim la o situaţie mai recentă, constatăm că, chiar anul 2000, poate fi un exemplu de an foarte deficitar în precipitaţii: sub 100 mm în lunile de vară, reprezentând aproximativ a 5-a parte din media multianuală a precipitaţiilor totale din Câmpia Olteniei. În aceste condiţii producţiile s-au redus la 850 kg/ha la porumb, 500 kg/ha la soia şi 570 kg/ha la floarea-soarelui în câmpul de la Şimnic. Producţiile în acest an au fost serios afectate şi la Caracal ca şi în întreg Bărăganul (Mărculeşti şi Brăila). Vom trece în cele ce urmează şi la alte exemplificări concrete şi din alţi anii mai îndepărtaţi de care se leagă cele menţionate anterior. Astfel, *producţia la porumbul pentru boabe*, în Câmpia Olteniei de Est, în câmpul experimental de la Caracal, a fost de 860 kg/ha în anul 1993, nedepăşind 1700 kg/ha în anul 1987. În acelaşi amplasament, tot la neirigat s-au obţinut însă şi producţii de 5900 kg/ha în 1989 şi de 11100 kg/ha în anii 1986 şi 1991. În schimb, în condiţii de irigaţii, în anul 1973 s-a obţinut o producţie de 13800 kg/ha, dar şi unele mai reduse: 13000 kg/ha în 1989, 12000 kg/ha în 1987 şi 9500 kg/ha în anul 1973. La aceeaşi cultură (porumbul pentru boabe), în Oltenia Vestică, în câmpul experimental de al *Maglavit-Calafat* în anul 1993, producţia a fost compromisă în totalitate, la fel şi la *Şimnic-Dolj*, amplasat ceva mai la nord de Caracal. Tot la Maglavit, în anul 1976 s-a obţinut la aceeaşi cultură o producţie de 4800 kg/ha în anul 1982, cca 8000 kg/ha în 1976 şi 13300 kg/ha în 1991. În condiţii de irigaţii, producţia la porumb s-a ridicat însă la peste 16000 kg/ha în anii 1983, 1984, 1990 şi 1991, fiind cuprinsă între 12000 şi 16000 kg/ha în 12 ani din perioada de 19 ani în care s-au efectuat cercetările în cadrul acestui amplasament. Din şirul de peste 20 ani, începând din 1970 în care s-au efectuat cercetări în Dobrogea, la *Valu lui Traian*, producţia la porumb a fost la neirigat de 300 kg/ha în anul 1979 şi de 900 kg/ha în 1994. S-au înregistrat şi producţii de 6000 kg/ha în 1970 şi de 8400 kg în 1991, în acelaşi câmp de cercetare, în timp ce în condiţii de irigaţii, s-au înregistrat producţii cuprinse între 12 şi 13 t/ha în anii 1980, 1982, 1983 şi 1984 şi de 16300 kg/ha în anul 1989.

La cultura de soia în condiţii naturale (fără irigaţii), la *Caracal*, producţia la această cultură s-a redus până la 200 kg/ha în 1993, 350 kg/ha în 1992 şi 900 kg/ha în 1983.

În acelaşi amplasament s-au obţinut însă 1870 kg/ha în 1972, 3100 kg/ha în 1986, atingându-se chiar 4800 kg/ha în anul 1991, an foarte favorabil din punct de vedere al precipitaţiilor. Prin folosirea irigaţiei, în 4 ani din şirul de 25 de ani cercetaţi la această cultură s-au obţinut producţii cuprinse între 4000 şi 5000 kg/ha, atingându-se 5200 kg/ha în anul 1991. Tot în Oltenia, la *Maglavit- Calafat* şi tot la soia, în anul 1993 producţia a fost

total compromisă; s-au obținut, de asemenea, tot la neirigat producții de 280 kg/ha în anul 1989, 100 kg/ha în 1984 și 2400 kg/ha în 1978. La irigat s-au obținut 4600 kg/ha în 1976, 4300 kg/ha în 1980 și 3800 kg/ha în 1989. Tot în Câmpia Olteniei, la Caracal, la cultura de cartof, producția obținută în 1993 a fost de numai 3100 kg/ha și de 11600 kg/ha în 1988. De asemenea, fără irigații s-au obținut și producții mai mari în condiții climatice mai favorabile. În condiții de irigații s-a atins 55000 kg/ha în 1989 și peste 40 t/ha în 7 ani din perioada cercetată. La sfecla de zahăr, la neirigat producția a scăzut până la 1100 kg/ha în 1993, atingând 86000 kg/ha în condiții de irigații în anii 1979 și 1989. În celălalt câmp experimental situat în Oltenia, dar mai spre vest, la Maglavit – Calafat, producția la cartofi a scăzut până la 520 kg/ha în anul 1993, excesiv de secetos, obținându-se totuși producții de 21000 kg/ha și de 34000 kg/ha în anii 1995, respectiv 1986. La irigat a atins 52000 kg/ha în 1989. La sfecla de zahăr cea mai mică producție a fost în 1993, respectiv 8400 kg/ha mergând până la 46500 kg/ha în 1979. La irigat cel mai mult s-a realizat în 1977, respectiv 89300 kg/ha.

La *Mărculești*, la neirigat producția la soia s-a redus până la 580 kg/ha în 1978 și 800 kg/ha în 1983 ca și în 2000. S-a aflat de asemenea în jurul a 1000 kg/ha în ani 1971, 1975, 1979. În unii ani mai favorabili climatic s-au obținut producții de 1600 kg/ha, în 1970 și 1986, de 2500 kg/ha în 1984 și chiar de 3400 kg/ha în 1973. La irigat s-au atins 3500 kg/ha în anul 1990, 3000 kg/ha în 2000 și 6000 kg/ha în 1974. În Dobrogea, la *Valu lui Traian*, producția la cultura de soia nu a depășit la neirigat 75 kg/ha în anul 1994, fiind, de asemenea, foarte scăzută și în anii 1974 și 1990 când a fost de 120 kg/ha și respectiv 280 kg/ha. Tot la neirigat, dar în unii ani favorabili climatic s-au obținut în jur de 2000 kg/ha (1978 și 1989). La irigat s-au obținut în jur de 4000 kg/ha în 1978, 1989, 1990. De altfel, în toata perioada de cercetare de peste 20 ani producția la această cultură în condiții de irigații, în afara de anul 1970 (când a fost de 2250 kg/ha), a depășit 2500 kg/ha. Tot în Dobrogea, la *Valu lui Traian, la cultura de cartof* la neirigat s-au înregistrat producții (în funcție de regimul climatic) de 3200 kg/ha în 1974, 16200 kg/ha în 1981, 21300 kg/ha în 1985 și 34000 kg/ha în 1978. La irigat s-au înregistrat producții de 62200 kg/ha în 1986, de 61000 kg/ha în 1981 și între 50000 și 60000 kg/ha în 12 ani din perioada 1975-1990. La *grâu*, la neirigat s-au obținut producții de 1700 kg/ha în 1975, dar și de 3500 kg/ha în 1983 ca și de 4600 kg/ha în 1974 și 6500 kg/ha în 1995.

La irigat s-au realizat producții în jur de 8000 kg/ha în anii 1986, 1989, 1990, precum și între 5000 și 7000 kg/ha în 17 anii din cadrul perioadei de 24 ani în care s-au desfășurat cercetările.

În același câmp de cercetare din stațiunea experimentală Valu lui Traian, la *sfecla de zahăr* tot în funcție de condițiile climatice, s-au obținut producții la neirigat cum ar fi de: 12500 kg/ha în anul 1985, de 27000 kg/ha în 1977, 33000 kg/ha în 1971, dar și de 56000 kg/ha în 1978. În condiții de irigații s-au obținut 57000 kg/ha în anii 1981 și 1987, de 70000 kg/ha în 1979, dar și de 92000 kg/ha în 1989. De altfel, producții de peste 60000 kg/ha la irigat s-au obținut în toată perioada în care s-au desfășurat cercetarile în câmpul experimental de la Valu lui Traian.

În Câmpia de Vest a Transilvaniei, în câmpul experimental al ICITID din cadrul stațiunii experimentale de la *Oradea*, la *cultura de porumb boabe*, la neirigat s-au obținut producții de 1900 kg/ha în anii 1992 și 1994, de 7000 kg/ha în 1972, de 9000 kg/ha în 1979, dar și de 10300 kg/ha în 1975 și 1980.

În condiții de irigații cea mai mare producție s-a obținut în anul 1986, respectiv 16500 kg/ha. S-au obținut, de asemenea, 14500 kg/ha în anul 1989 și 11000 kg/ha în 1982. De altfel, producții de peste 11 t/ha în condiții de irigații s-au obținut într-un număr de 15 anii din 22 ani în care s-au efectuat cercetările în acest amplasament. Tot în câmpul experimental de la Oradea, la *cultura de soia*, cea mai mică producție s-a obținut în anul 1992, respectiv 500 kg/ha; 1700 kg/ha s-au obținut în anii 1974, 1978, 1979 și 1985. La irigat, cea mai mare producție la această cultură, respectiv 3650 kg/ha s-a obținut în anul 1995. În 9 ani din perioada de cercetare de 22 de ani s-au înregistrat în condiții de irigații producții în jur de 3000 kg/ha, în 21 de ani de peste 2000 kg/ha, dar și de 1000 kg/ha într-un an (1980). *La cartofi*, la neirigat, cea mai mică producție s-a obținut în anul 1991, respectiv 9300 kg/ha. Tot la neirigat s-au obținut însă producții de 22000 kg/ha în anii 1979 și 1992, precum și de 43700 kg/ha în anii 1979 și 1992. În condiții de irigații, producția cea mai mare s-a realizat în anul 1976 când s-au obținut 67000 kg/ha. Tot în condiții de irigații s-au obținut însă și producții mult mai mici, cum ar fi spre exemplu în 1991 când nu a depășit 17500 kg/ha. Oricum, într-un număr de 14 ani din perioada de cercetare, producția realizată în condiții de irigare a depășit 30000 kg/ha. La *cultura de grâu*, fără irigații, producțiile cele mai mici s-au situat în jurul a 3000 kg/ha, obținute în anii 1977, 1983 și 1993. Tot la neirigat s-au obținut însă și producții de 5000 kg/ha în anul 1990 și de 5700 kg/ha în anul 1994. În condiții de irigații la grâu cea mai mare producție, de 8300 kg/ha s-a obținut în anul 1988. O recoltă de 8000 kg/ha s-a obținut în 1992 și de 6500 kg/ha în anul 1991. S-au obținut însă și recolte de 3000 kg/ha în anii 1974 și 1978. La *sfecla de zahăr* fără irigații, producția s-a redus la 2000 kg/ha în

anul 1992. Tot în asemenea condiții, la neirigat, s-au obținut însă și producții de 44000 kg/ha în 1983 și de 50000 kg/ha în anul 1993. În condiții de irigații însă producția a crescut până la 73300 kg/ha în anul 1989, dar s-au obținut și producții de peste 48000 kg/ha, spre exemplu, în anii 1983 și 1990. Oricum, la irigat, producții de peste 50000 kg/ha s-au obținut în 15 ani din perioada de cercetare de 22 de ani.

Pe nisipurile din stânga Jiului în câmpul experimental de la *Malu Mare la cultura de porumb boabe*, producțiile la neirigat au variat de la 300 kg/ha înregistrate în anul 1985, la 2800 kg/ha în 1982 și chiar 9700 kg/ha în 1974. În condiții de irigații s-au obținut în majoritatea anilor din perioada de cercetare, producții cuprinse între 10000 și 13000 kg/ha. La cultura de *soia*, pe aceste nisipuri, s-au obținut producții de 200 kg/ha în 1974, 500 kg/ha în 1972, 700 kg/ha în 1978 și 1991, atingând 1650 kg/ha în anul 1982. Totodată, trebuie menționat că în 3 ani și anume în 1980, 1983 și 1985, tot fără folosirea irigațiilor, producția s-a compromis în totalitate. În condiții de irigație cea mai mare producție de soia, reprezentând 4400 kg/ha, s-a obținut în anul 1984, realizându-se în asemenea condiții recolte de peste 3000 kg/ha în 50% din anii din perioada de cercetare care, în acest câmp, s-a derulat pe 25 de ani.

În ceea ce privește *floarea-soarelui* și la această cultură, fără irigații pe nisipuri, producțiile înregistrate au fost mici și în unii ani chiar foarte scăzute: 270 kg/ha în 1974, nedepășind 330 kg/ha în 1973, atingând 400 kg/ha în anii 1978 și 1985 apoi 500 kg/ha în anul 1983. Ca și în cazul culturilor de soia, au fost și situații în care recolta a fost total compromisă, exemplu fiind anii 1971, 1972 și 1980. În condiții de irigații cele mai mari producții la floarea-soarelui s-au înregistrat în anii 1982 și 1984, respectiv 4100 kg/ha și 3250 kg/ha. Asemănător situației culturii de soia și în cazul culturii de floarea-soarelui în 50% din anii reprezentând perioada de cercetare, producțiile obținute au variat între 3000 și 4000 kg/ha.

Aruncând o privire generală asupra rezultatelor cercetărilor de durată privind producțiile obținute în câmpurile experimentale ale ICITID, se observă câteva aspecte, care se evidențiază în mod deosebit. În ceea ce privește producțiile se constată diferențe, uneori deosebit de mari, de la o zonă pedoclimatică la alta, când este vorba de medii pe perioade destul de lungi: 15-20 sau chiar mai mult, după caz. Important este însă faptul că diferențele în cadrul aceloraşi culturi sunt mai evidente de la un an la altul, în cadrul aceleiași zone naturale. Aceasta întrucât, după cum bine este cunoscut, mediile de cele mai multe ori atenuează sau chiar ascund unele din aspectele cele mai importante. Am mai menționat de altfel faptul că, dacă examinăm spre exemplu tabelul reprezentând producțiile medii obținute în diferite câmpuri experimentale, în

multe cazuri apar situaţii care ar putea fi caracterizate ca mulţumitoare sau chiar bune. Mergând însă mai în detalii, până la recolte anuale, aşa după cum a rezultat din cele expuse anterior, se observă că sunt ani în care acestea pot fi afectate de secetă în asemenea măsură încât, uneori, se ajunge chiar până la compromiterea totală.

Prin folosirea irigaţiei se poate asigura satisfacerea necesarului de apă al plantelor, în vederea obţinerii unor producţii ridicate, atenuând în acelaşi timp fluctuaţii de la un an la altul. Nu se ajunge însă la obţinerea unor recolte întru totul stabile de la un an la altul, fapt explicat de altfel în cele expuse anterior. Aşa cum am mai arătat, unii ani defavorabili din punct de vedere climatic, reflectaţi în recoltele culturilor, întâlniţi chiar pe parcursul cercetărilor, bineînţeles au repercusiuni în primul rând asupra producţiilor agricole, în acelaşi timp însă chiar asupra economiei ţării privită în ansamblu. Pe de altă parte se cunoaşte de asemenea faptul că ceea ce se realizează în câmpurile de cercetare nu se reproduce întocmai în condiţii de producţie.

Trebuie menţionat însă faptul că aşa cum s-a procedat în metodica de cercetare prin menţinerea unui anumit plafon al umidităţii în sol, de care depinde şi întreg regimul de irigaţie aplicat, se creează premizele necesare obţinerii unor rezultate foarte apropiate în cadrul celor două categorii de activităţi: cercetare-producţie. Mai mult decât atât, după cum am mai arătat, îmbunătăţirea tehnicii de aplicare a udărilor prin mărirea gradului de utilizare a unor utilaje şi mecanisme tot mai perfecţionate, permiţând menţinerea unui regim al umidităţii din sol apropiat de optim împreună şi cu aplicarea unor fertilizări şi metode de cultură îmbunătăţite, poate conduce la obţinerea unor producţii cu mult sporite faţă de cele anterior menţionate. Am mai arătat de altfel faptul că în cadrul acestei tematici nu s-a urmărit folosirea întregului potenţial productiv al plantelor, respectiv obţinerea unor recolte maxime prin utilizarea unor mijloace adecvate acestui scop atât în ceea ce priveşte irigaţia cât şi celelalte măsuri de întreţinere a culturilor. Ceea ce de altfel este foarte important şi trebuie reţinut este faptul că între producţiile obţinute în condiţii de irigaţii comparativ cu cele obţinute la neirigat se menţine aproximativ acelaşi raport. Mai concret, dacă în unii ani secetoşi în câmpul de cercetare la neirigat se ajunge, spre exemplu, la o producţie de doar 1000 kg/ha la porumb, iar la irigat la 10000 kg/ha, în condiţii de producţie (pe terenurile fermelor sau asociaţiilor), presupunând că nu s-au realizat la recoltat decât 6000 sau 7000 kg/ha la irigat, trebuie admis că şi la neirigat s-ar putea să se realizeze 600-700 kg/ha, aceasta bineînţeles urmând un anumit raţionament, care s-ar părea cel corect.

Evident s-ar putea veni şi cu unele amendamente. Cert este faptul că cercetările efectuate pun în evidenţă situaţiile relatate anterior care se sprijină pe date rezultate din teren, riguros controlate. Totuşi, trebuie specificat faptul că din datele acumulate într-un mare număr de câmpuri de cercetare, reprezentative pentru principalele zone pedoclimatice din ţara noastră, înglobând în acelaşi timp principalele culturi agricole, în prezenta lucrare nu s-au putut face decât unele spicuiri încercând să se surprindă aspectele mai deosebite.

Pentru a se exprima totuşi cât mai relevant producţiile obţinute atât în condiţii naturale (fără irigaţii) cât şi la irigat, am considerat ca fiind foarte important a se stabili pentru fiecare zonă pedoclimatică, reprezentată de câmpurile de cercetare anterior menţionate, care este *frecvenţa, respectiv proporţia din anii de cercetare (atât ca număr de ani cât şi ca procente), în care se pot obţine diferite producţii încadrate în anumite limite.* Un exemplu: în câţi ani din perioada de cercetare s-au obţinut la porumb producţii de până la o tonă la hectar, între 1 şi 2 t/ha, 2 şi 3 t/ha şi aşa mai departe, metodologia fiind bineînţeles folosită şi pentru alte culturi cu adaptările de rigoare. De fapt, luând în considerare datele obţinute în timp, aşa s-a şi procedat. Având în vedere faptul că la baza obţinerii acestor date au stat lungi perioade de timp (20-25 de ani sau chiar mai mult în unele cazuri), constând din cercetări, observaţii şi analize, considerăm că acestea pot fi valabile pentru caracterizarea zonelor pedoclimatice în care s-a lucrat. De altfel, prin prelucrarea acestor date utilizând anumite procedee statistice cum ar fi acelea privind „media mobilă", se poate considera că această perioadă de cercetare este suficient de concludentă, cel puţin pentru etapa în care ne aflăm, privind aspectele care să conducă la unele orientări, reprezentând totodată şi jalonări în derulările de viitor. Ţinând seama de cele afirmate anterior, aşa s-a şi procedat, trecându-se la întocmirea unor prelucrări, reflectate în tabelul 5.4 şi în planşele din figurile 5.1 a şi b - 5.7 a şi b. Considerăm că dispunând de aceste elemente se poate opera în cunoştinţă de cauză atât în stabilirea unor calcule şi analize privind retehnologizarea amenajărilor existente, stabilirea oportunităţii trecerii la unele noi extinderi, dar şi la luarea unor decizii privind dezvoltări locale şi chiar regionale în care agricultura îşi are bineînţeles rolul ei bine definit.

În tabelul 5.5 se prezintă coeficienţii de valorificare ai apei totale (Kvt), precum şi coeficienţii de valorificare ai apei de irigaţie (Kvi), rezultaţi din volumul de apă de irigat consumat în m^3/ha, raportat la plusul de producţie obţinut prin folosirea irigaţiei în kg/ha, iar în figurile 5.8 – 5.11, corelaţia între consumul de apă, în m^3/ha şi producţia irigată în unele amplasamente de cercetare ale ICITID.

Tabelul 5.4

Numărul de ani, exprimați și în procente, în care s-au obținut anumite producții (în t/ha) cuprinse între diferite limite în perioada de cercetare, la cultura:

Porumb-neirigat

Câmp experimental	Perioada de experimentare	Nr. ani cercetați	Producția (t/ha) cuprinsă între limitele:														
			0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	>14
			Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Oradea	1973-1995	21		2	2	3	1	2	3	3	2	1	2				
				9.5	**9.5**	**14.3**	**4.8**	**9.5**	**14.3**	**14.3**	**9.5**	**4.7**	**9.5**				
Maglavit-Calafat	1976-1995	18			2	3	7	2	2	1						1	
					11.1	**16.7**	**38.8**	**11.1**	**11.1**	**5.6**						**5.6**	
Şimnic	1985-2000	16	3	3	3			1	1	2	2	1					
			18.8	**18.8**	**18.8**			**6.2**	**6.2**	**12.5**	**12.5**	**6.2**					
Caracal	1970-1995	26	1	1	4	1	4	2		2	5	2	2	2			
			3.8	**3.8**	**15.4**	**3.9**	**15.4**	**7.7**		**7.7**	**19.2**	**7.7**	**7.7**	**7.7**			
Băneasa-Giurgiu	1975-1995	21				1	2	3	4	4	3	2	2				
						4.8	**9.5**	**14.3**	**19**	**19.1**	**14.3**	**9.5**	**9.5**				
Dor Mărunt	1973-1995	22		1		1		2	4		3	4	3	3			1
				4.6		**4.6**		**9.1**	**18.2**		**13.6**	**18.2**	**13.6**	**13.6**			**4.5**
Mărculeşti	1969-1995	22		1	2	3	2	4	2	1	1	3	1	2			
				4.5	**9.1**	**13.6**	**9.1**	**18.2**	**9.1**	**4.6**	**4.6**	**13.6**	**4.5**	**9.1**			
Valu lui Traian	1969-1995	26	2	2	4	7	2	3	5		1						
			7.7	**7.7**	**15.4**	**26.9**	**7.7**	**11.5**	**19.2**		**3.9**						
M. Kogălniceanu	1975-1995	20			1	3	1	2	1	3	6	2		1			
					5	**15**	**5**	**10**	**5**	**15**	**30**	**10**		**5**			
Cosmeşti-Tecuci	1976-1995	18			4	3	1	3	3		1	1	2				
					22.2	**16.7**	**5.6**	**16.7**	**16.7**		**5.5**	**5.5**	**11.1**				
Bacău	1991-1995	4									2		1				1
											50		**25**				**25**
Suceava	1970-1995	24				1	4	7	1	8	1	2					
						4.2	**16.6**	**29.2**	**4.2**	**33.3**	**4.2**	**8.3**					
Popăuţi	1990-1995	6			1	2			2				1				
					16.7	**33.3**			**33.3**				**16.7**				

Tabelul 5.4 (continuare)

Numărul de ani, exprimați și în procente , în care s-au obținut anumite producții (în t/ha) cuprinse între diferite limite în perioada de cercetare, la cultura:

Porumb-irigat

Câmp experimental	Perioada de experimentare	Nr. ani cercetați	Producția (t/ha) cuprinsă între limitele:														
			4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
			Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani	Nr. ani
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Oradea	1973-1995	22				1	3	2	1	6	2	2	4		1		
						4.5	**13.7**	**9.1**	**4.5**	**27.3**	**9.1**	**9.1**	**18.2**		**4.5**		
Maglavit-Calafat	1976-1995	19					1	2		5	2	1	3	1	3		1
							5.3	**10.5**		**26.3**	**10.5**	**5.3**	**15.8**	**5.3**	**15.7**		**5.3**
Șimnic	1985-2000	16							5	4	7						
									31.2	**25**	**43.8**						
Caracal	1970-1995	26				1		7	3	5	7	3					
						3.9		**26.9**	**11.5**	**19.2**	**26.9**	**11.6**					
Băneasa-Giurgiu	1975-1995	21		1	1	3		3	2	2	4	3	1	1			
				4.8	**4.8**	**14.3**		**14.2**	**9.5**	**9.5**	**19**	**14.3**	**4.8**	**4.8**			
Dor Mărunt	1973-1995	21				1		3	3	4	1	3	4	1		1	
						4.8		**14.2**	**14.3**	**19**	**4.8**	**14.3**	**19**	**4.8**		**4.8**	
Mărculești	1969-1995	23				2	1	5	6	4	2	2	1				
						8.7	**4.3**	**21.7**	**26.1**	**17.3**	**8.7**	**8.7**	**4.3**				
Valu lui Traian	1969-1995	26					1	2	6	6	7	1	1	1	1		
							3.8	**7.7**	**23.2**	**23.2**	**26.9**	**3.8**	**3.8**	**3.8**	**3.8**		
M. Kogălniceanu	1975-1995	20			1				1	1	5	5	3	1	3		
					5				**5**	**5**	**25**	**25**	**15**	**5**	**15**		
Cosmești-Tecuci	1976-1995	20				1	5	4	2	1	3	1			2	1	
						5	**25**	**20**	**10**	**5**	**15**	**5**			**10**	**5**	
Bacău	1991-1995	5						1	1		1				2		
								20	**20**		**20**				**40**		
Suceava	1970-1995	25		6	6	6	4	3									
				24	**24**	**24**	**16**	**12**									
Popăuți	1990-1995	6			2		2		1	1							
					33.3		**33.3**		**16.7**	**16.7**							

Tabelul 5.4 (continuare)

Numărul de ani, exprimați și în procente , în care s-au obținut anumite producții (în t/ha) cuprinse între diferite limite în perioada de cercetare, la cultura:

Grâu – neirigat

Câmpul experimental	Peroada de experimentare	Nr. ani cercetați	Producția (t/ha) cuprinsă între limitele:																	
			0-1		1-2		2-3		3-4		4-5		5-6		6-7		7-8		8-9	
			Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%
Oradea	1973-1995	19					2	10.5	6	31.6	6	31.6	5	26.3						
Maglavit-Calafat	1976-1995	19					3	15.8	4	21	8	42.1	4	21.1						
Șimnic	1985-1995	10							2	20	1	10	6	60	1	10				
Caracal	1970-1995	26			1	3.8			5	19.3	9	34.6	8	30.8	2	7.7			1	3.8
Băneasa-Giurgiu	1975-1995	20					7	35	10	50	2	10	1	5						
Dor Mărunt	1973-1995	19			2	10.5	2	10.5	6	31.6	7	36.9	2	10.5						
Mărculești	1969-1995	21			5	23.8	4	19.1	4	19	3	14.3	3	14.3	2	9.5				
Valu lui Traian	1969-1995	26			1	3.8	6	23.1	5	19.2	8	30.8	4	15.4	2	7.7				
M. Kogălniceanu	1975-1995	18	2	11.1	2	11.1	9	50	4	22.2	1	5.6								
Cosmești-Tecuci	1976-1995	18	1	5.6	6	33.3	7	38.8	1	5.6	2	11.1	1	5.6						
Bacău	1991-1995	4							1	25	2	50	1	25						
Suceava	1970-1995	23	1	4.4	1	4.4	4	17.4	6	26	7	30.4	3	13	1	4.4				
Popăuți	1990-1995	6					2	33.3	4	66.7										

Tabelul 5.4 (continuare)

Numărul de ani, exprimați și în procente , în care s-au obținut anumite producții (în t/ha) cuprinse între diferite limite în perioada de cercetare, la cultura:

Grâu – irigat

Câmpul experimental	Perioada de experimentare	Nr. ani cercetați	Producția (t/ha) cuprinsă între limitele:																	
			0-1		1-2		2-3		3-4		4-5		5-6		6-7		7-8		8-9	
			Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%
Oradea	1973-1995	20							6	**30**	3	**15**	1	**5**	2	**10**	7	**35**	1	**5**
Maglavit-Calafat	1976-1995	19									1	**5.3**	4	**21.1**	10	**52.6**	2	**10.5**	2	**10.5**
Șimnic	1985-1995	10											1	**10**	2	**20**	7	**70**		
Caracal	1970-1995	26							2	**7.7**	5	**19.2**	10	**38.5**	7	**26.9**			2	**7.7**
Băneasa-Giurgiu	1975-1995	21							8	**38.1**	7	**33.3**	4	**19**	1	**4.8**	1	**4.8**		
Dor Mărunt	1973-1995	18					2	**11.1**	1	**5.6**	4	**22.2**	6	**33.3**	4	**22.2**	1	**5.6**		
Mărculești	1969-1995	23			1	**4.3**	1	**4.3**	5	**21.8**	4	**17.4**	7	**30.4**	3	**13.1**	2	**8.7**		
Valu lui Traian	1969-1995	26							2	**7.7**	3	**11.5**	10	**38.5**	7	**26.9**	1	**3.9**	3	**11.5**
M. Kogălniceanu	1975-1995	19					2	**10.5**	2	**10.5**	7	**36.8**	7	**36.9**	1	**5.3**				
Cosmești-Tecuci	1976-1995	19							4	**21.1**	8	**42.1**	6	**31.6**	1	**5.2**				
Bacău	1991-1995	5							1	**20**			3	**60**	1	**20**				
Suceava	1970-1995	24	1	**4.2**	1	**4.2**	3	**12.5**	3	**12.5**	9	**37.5**	5	**20.8**	1	**4.2**	1	**4.1**		
Popăuți	1990-1995	6							2	**33.3**	3	**50**	1	**16.7**						

Tabelul 5.4 (continuare)

Numărul de ani, exprimați și în procente , în care s-au obținut anumite producții (în t/ha) cuprinse între diferite limite în perioada de cercetare, la cultura:

Soia – neirigat

Câmpul experimental	Perioada de experimentare	Nr. ani cercetați	Producția (t/ha) cuprinsă între limitele:											
			0-1		1-2		2-3		3-4		4-5		5-6	
			Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%
Oradea	1973-1995	20	**3**	15	**10**	50	**6**	30	**1**	5				
Maglavit-Calafat	1976-1995	18	**6**	33.3	**8**	44.4	**3**	16.7	**1**	5.6				
Șimnic	1985-2000	16	**2**	12.5	**8**	50	**6**	37.5						
Caracal	1970-1995	26	**4**	15.4	**13**	50	**7**	26.9	**1**	3.8	**1**	3.8		
Băneasa-Giurgiu	1975-1995	20	**1**	5	**6**	30	**8**	40	**4**	20	**1**	5		
Dor Mărunt	1973-1995	22			**10**	45.5	**9**	40.9	**3**	13.6				
Mărculești	1969-1995	22	**3**	13.6	**13**	59.1	**4**	18.2	**2**	9.1				
Valu lui Traian	1969-1995	23	**6**	26.1	**16**	69.6	**1**	4.3						
M. Kogălniceanu	1975-1995	20	**3**	15	**14**	70	**3**	15						
Cosmești-Tecuci	1976-1995	18	2	11.1	**9**	50	**6**	33.3	**1**	5.6				
Popăuți	1990-1995	6			**6**	100								
Gogoșu	1991-1995	3	1	33.3	1	33.3	1	33.4						

Tabelul 5.4 (continuare)

Numărul de ani, exprimați și în procente, în care s-au obținut anumite producții (în t/ha) cuprinse între diferite limite în perioada de cercetare, la cultura:

Soia – irigat

Câmpul experimental	Perioada de experimentare	Nr. ani cercetați	Producția (t/ha) cuprinsă între limitele:											
			1-2		2-3		3-4		4-5		5-6		6-7	
			Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%
Oradea	1973-1995	**21**	**1**	4.8	**12**	57.1	**8**	38.1						
Maglavit-Calafat	1976-1995	**19**			**2**	10.5	**12**	63.2	**5**	26.3				
Șimnic	1985-2000	**16**			**1**	6.3	**15**	93.7						
Caracal	1970-1995	**26**			**10**	38.5	**11**	42.3	**4**	15.4	**1**	3.8		
Băneasa-Giurgiu	1975-1995	**21**			**2**	9.5	**14**	66.7	**2**	9.5	**2**	9.5	**1**	4.8
Dor Mărunt	1973-1995	**21**			**8**	38.1	**9**	42.9	**4**	19				
Mărculești	1969-1995	**23**	**2**	8.7	**7**	30.4	**11**	47.8	**1**	4.4	**2**	8.7		
Valu lui Traian	1969-1995	**24**			**9**	37.5	**13**	54.2	**2**	8.3				
M. Kogălniceanu	1975-1995	**20**	**3**	15	**5**	25	**11**	55	**1**	5				
Cosmești-Tecuci	1976-1995	**18**			**5**	27.8	**7**	38.8	**5**	27.8	**1**	5.6		
Popăuți	1990-1995	**6**			**5**	83.3	**1**	16.7						
Gogoșu	1991-1995	**4**			**3**	75	**1**	25						

Tabelul 5.4 (continuare)

Numărul de ani, exprimați și în procente, în care s-au obținut anumite producții (în t/ha) cuprinse între diferite limite în perioada de cercetare, la cultura:

Lucernă – neirigat

Câmpul experimental	Perioada de experimentare	Nr. ani cercetați	Producția (t/ha) cuprinsă între limitele:											
			<20		20-30		30-40		40-50		50-60		>60	
			Nr.ani	%	Nr.ani	%	Nr.ani	%	Nr.ani	%	Nr.ani	%	Nr.ani	%
Oradea	1973-1995	20	**3**	15	**4**	20	**4**	20	**1**	5	**1**	5	**7**	35
Maglavit-Calafat	1977-1995	18	**5**	27.8	**7**	38.8	**3**	16.7	**3**	16.7				
Șimnic	1989-2000	12	**6**	50	**2**	16.7	**1**	8.3	**3**	25				
Caracal	1970-1995	26	**4**	15.4	**3**	11.5	**5**	19.2	**2**	7.7	**4**	15.4	**8**	30.8
Băneasa-Giurgiu	1975-1995	19	**8**	42.1	**2**	10.5	**4**	21	**3**	15.8	**1**	5.3	**1**	5.3
Dor Mărunt	1973-1995	20	**1**	5	**1**	5	**3**	15	**3**	30	**2**	10	**7**	35
Mărculești	1969-1995	21	**8**	38.1	**5**	23.8	**6**	28.5			**1**	4.8	**1**	4.8
Valu lui Traian	1969-1993	25	**10**	40	**10**	40	**3**	12	**2**	8				
M. Kogălniceanu	1975-1995	18	**7**	38.9	**5**	27.8	**2**	11.1	**3**	16.6	**1**	5.6		
Cosmești-Tecuci	1976-1995	20	6	30	**3**	15	**5**	25	**1**	5	**3**	15	**2**	10
Bacău	1991-1995	4			**1**	25			**2**	50	**1**	25		
Suceava	1970-1995	24	3	12.5	**3**	12.5	**2**	8.3	**6**	25	**4**	16.7	**6**	25
Popăuți	1990-1995	6	6	100										

Tabelul 5.4 (continuare)

Numărul de ani, exprimaţi şi în procente, în care s-au obţinut anumite producţii (în t/ha) cuprinse între diferite limite în perioada de cercetare, la cultura:

Lucernă – irigat

Câmpul experimental	Perioada de experimentare	Nr. ani cercetaţi	Producţia (t/ha) cuprinsă între limitele:											
			<20		20-30		30-40		40-50		50-60		>60	
			Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%
Oradea	1973-1995	21	**1**	4.8	**2**	9.5	**2**	9.5	**1**	4.8			**15**	71.4
Maglavit-Calafat	1977-1995	18					**1**	5.6	**1**	5.6	**2**	11	**14**	77.8
Şimnic	1987-2000	14			**1**	7.1	**1**	7.2			**3**	21.4	**9**	64.3
Caracal	1970-1995	26					**1**	3.8	**3**	11.5	**4**	15.4	**18**	69.3
Băneasa-Giurgiu	1975-1995	20	**2**	10	**3**	15	**2**	10	**1**	5	**2**	10	**10**	50
Dor Mărunt	1973-1995	19					**1**	5.3	**3**	15.8	**5**	26.3	**10**	52.6
Mărculeşti	1969-1995	23					**2**	8.7	**5**	21.7	**8**	34.8	**8**	34.8
Valu lui Traian	1969-1993	25	**1**	4	**2**	8	**1**	4	**3**	12	**7**	28	**11**	44
M. Kogălniceanu	1975-1995	17	**1**	5.9	**3**	17.6	**2**	11.7	**3**	17.6	**3**	17.6	**5**	29.4
Cosmeşti-Tecuci	1976-1995	20			**1**	5	**5**	25			**1**	5	**13**	65
Bacău	1991-1995	5									**3**	60	**2**	40
Suceava	1970-1995	25	**1**	4	**1**	4	**3**	12	**3**	12	**5**	20	**12**	48
Popăuţi	1990-1995	6	**6**	100										

Tabelul 5.4 (continuare)

Numărul de ani, exprimați și în procente, în care s-au obținut anumite producții (în t/ha) cuprinse între diferite limite în perioada de cercetare, la cultura:

Cartofi – neirigat

Câmpul experimental	Perioada de experimentare	Nr. ani cercetați	Producția (t/ha) cuprinsă între limitele:											
			<20		20-30		30-40		40-50		50-60		>60	
			Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%
Oradea	1973-1995	21	**8**	38.1	**7**	33.3	**5**	23.8	**1**	4.8				
Maglavit-Calafat	1977-1995	18	**18**	100										
Șimnic	1987-1995	10	**10**	100										
Caracal	1970-1995	26	**8**	30.8	**11**	42.3	**5**	19.2	**2**	7.7				
Băneasa-Giurgiu	1975-1995	13	**5**	38.5	**5**	38.5	**3**	23						
Dor Mărunt	1973-1995	16	5	31.2	**7**	43.8	**4**	25						
Mărculești	1969-1995	22	**12**	54.6	**9**	40.9	**1**	4.5						
Valu lui Traian	1969-1993	24	**14**	58.4	**8**	33.3	**2**	8.3						
M. Kogălniceanu	1975-1995	20	**11**	55	**7**	35	**2**	10						
Cosmești-Tecuci	1976-1995	20	14	70	**6**	30								
Bacău	1991-1995	4			**1**	25	**3**	75						
Suceava	1970-1995	23	1	4.4	**7**	30.4	**8**	34.8	**7**	30.4				
Popăuți	1990-1995	6	4	66.7	**2**	33.3								
Gogoșu	1991-1995	2	2	100										

Tabelul 5.4 (continuare)

Numărul de ani, exprimați și în procente, în care s-au obținut anumite producții (în t/ha) cuprinse între diferite limite în perioada de cercetare, la cultura:

Cartofi – irigat

Câmpul experimental	Perioada de experimentare	Nr. ani cercetați	Producția (t/ha) cuprinsă între limitele:											
			<20		20-30		30-40		40-50		50-60		>60	
			Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%
Oradea	1973-1995	22	1	4.5	7	31.9	8	36.4	4	18.2	1	4.5	1	4.5
Maglavit-Calafat	1977-1995	18			5	27.8	9	50	3	16.6	1	5.6		
Șimnic	1987-1995	10	1	10	9	90								
Caracal	1970-1995	26	1	3.8	8	30.8	10	38.5	6	23.1	1	3.8		
Băneasa-Giurgiu	1975-1995	14	1	7.1	3	21.4	4	28.6	6	42.9				
Dor Mărunt	1973-1995	15	2	13.3	2	13.3	5	33.4	6	40				
Mărculești	1969-1995	23	1	4.3	10	43.5	8	34.8	3	13.1	1	4.3		
Valu lui Traian	1969-1993	24			1	4.2	1	4.2	8	33.3	12	50	2	8.3
M. Kogălniceanu	1975-1995	20	2	10	7	35	2	10	1	5	4	20	4	20
Cosmești-Tecuci	1976-1995	20	1	5	7	35	10	50	2	10				
Bacău	1991-1995	5			1	20	1	20			3	60		
Suceava	1970-1995	25			4	16	9	36	10	40	2	8		
Popăuți	1990-1995	6			3	50	3	50						
Gogoșu	1991-1995	2	2	100										

Tabelul 5.4 (continuare)

Numărul de ani, exprimați și în procente, în care s-au obținut anumite producții (în t/ha) cuprinse între diferite limite în perioada de cercetare, la cultura:

Sfeclă de zahăr – neirigat

Câmpul experimental	Perioada de experimentare	Nr. ani cercetați	Producția (t/ha) cuprinsă între limitele:											
			<20		20-30		30-40		40-50		50-60		>60	
			Nr.ani	%	Nr.ani	%	Nr.ani	%	Nr.ani	%	Nr.ani	%	Nr.ani	%
Oradea	1973-1995	21	**1**	4.8	**5**	23.8	**5**	23.8	**9**	42.8	**1**	4.8		
Maglavit-Calafat	1977-1995	20	**4**	21.1	**9**	47.3	**4**	21.1	**2**	10.5				
Șimnic	1987-1995	10	**1**	10	**5**	50	**1**	10	**3**	30				
Caracal	1970-1995	25	**3**	12	**5**	20	**2**	8	**6**	24	**6**	24	**3**	12
Băneasa-Giurgiu	1975-1995	18			**3**	16.7	**7**	38.9	**6**	33.3	**2**	11.1		
Dor Mărunt	1973-1995	22	**3**	13.6	**3**	13.6	**3**	13.6	**7**	31.8	**4**	18.1	**2**	9.1
Mărculești	1969-1995	20			**3**	15	**5**	25	**3**	15	**7**	35	**2**	10
Valu lui Traian	1969-1993	21	**3**	14.3	**8**	38.1	**4**	19	**5**	23.8	**1**	4.8		
Cosmești-Tecuci	1976-1995	20	7	35	**6**	30	**5**	25	**2**	10				
Suceava	1970-1995	24			**4**	16.7	**9**	37.5	**6**	25	**5**	20.8		
Popăuți	1990-1995	6	2	33.3	**3**	50					**1**	16.7		
Gogoșu	1991-1995	3	2	66.7	**1**	33.3								

Tabelul 5.4 (continuare)

Numărul de ani, exprimaţi şi în procente, în care s-au obţinut anumite producţii (în t/ha) cuprinse între diferite limite în perioada de cercetare, la cultura:

Sfeclă de zahăr – irigat

Câmpul experimental	Perioada de experimentare	Nr. ani cercetaţi	Producţia (t/ha) cuprinsă între limitele:											
			<20		20-30		30-40		40-50		50-60		>60	
			Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%
Oradea	1973-1995	22					3	13.6	4	18.1	3	13.6	12	54.5
Maglavit-Calafat	1977-1995	19					1	5.3			18	94.7		
Şimnic	1987-1995	11					1	9.1	1	9.1	7	63.6	2	18.2
Caracal	1970-1995	26			1	3.8	2	7.7	3	11.5	3	11.5	17	65.3
Băneasa-Giurgiu	1975-1995	19					2	10.5	2	10.5	10	52.5	5	26.3
Dor Mărunt	1973-1995	21			2	9.5	3	14.3	1	4.8	1	4.8	14	66.6
Mărculeşti	1969-1995	21									4	19	17	81
Valu lui Traian	1969-1993	21									4	19	17	81
Cosmeşti-Tecuci	1976-1995	20							5	25	1	5	14	70
Suceava	1970-1995	25			1	4	5	20	11	44	6	24	2	8
Popăuţi	1990-1995	6					3	50	2	33.3	1	16.7		
Gogoşu	1991-1995	5	1	20	1	20	3	60						

Tabelul 5.4 (continuare)

Numărul de ani, exprimați și în procente, în care s-au obținut anumite producții (în t/ha) cuprinse între diferite limite în perioada de cercetare, la cultura:

Floarea-soarelui – neirigat

Câmpul experimental	Perioada de experimentare	Nr. ani cercetați	Producția (t/ha) cuprinsă între limitele:											
			0-1		1-2		2-3		3-4		4-5		5-6	
			Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%
Oradea	1973-1995	20	**1**	5	**10**	50	**8**	40	**1**	5				
Maglavit-Calafat	1976-1995	18	**3**	16.7	**12**	66.6	**3**	16.7						
Șimnic	1985-2000	16	**1**	6.3	**8**	50	**7**	43.7						
Caracal	1970-1995	26	**2**	7.7	**3**	11.5	**13**	50	**8**	30.8				
Băneasa-Giurgiu	1975-1995	15	**8**	53.3	**5**	33.3	**2**	13.4						
Dor Mărunt	1973-1995	22	**1**	4.5	**3**	13.6	**10**	45.5	**5**	22.8	**3**	13.6		
Mărculești	1969-1995	21	**3**	14.3	**4**	19	**9**	42.9	**4**	19	**1**	4.8		
Valu lui Traian	1969-1995	21	**2**	9.5	**4**	19.1	**11**	52.4	**4**	19				
M. Kogălniceanu	1975-1995	19	**2**	10.5	**14**	73.7	**2**	10.5	**1**	5.3				
Cosmești-Tecuci	1976-1995	20			**11**	55	**8**	40	**1**	5				
Popăuți	1990-1995	6			**3**	50	**3**	50						
Gogoșu	1991-1995	5			**4**	80	**1**	20						

Tabelul 5.4 (continuare)

Numărul de ani, exprimați și în procente, în care s-au obținut anumite producții (în t/ha) cuprinse între diferite limite în perioada de cercetare, la cultura:

Floarea-soarelui – irigat

Câmpul experimental	Perioada de experimentare	Nr. ani cercetați	Producția (t/ha) cuprinsă între limitele:											
			0-1		1-2		2-3		3-4		4-5		5-6	
			Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%
Oradea	1973-1995	21			**4**	19.1	**7**	33.3	**5**	23.8	**5**	23.8		
Maglavit-Calafat	1976-1995	19					**4**	21.1	**14**	73.7	**1**	5.2		
Șimnic	1985-2000	16					**2**	12.5	**14**	87.5				
Caracal	1970-1995	26					**3**	11.5	**16**	61.6	**7**	26.9		
Băneasa-Giurgiu	1975-1995	16	**1**	6.3	**10**	62.5	**2**	12.5	**3**	18.7				
Dor Mărunt	1973-1995	21					**5**	23.8	**8**	38.1	**4**	19.1	**4**	19
Mărculești	1969-1995	22			**2**	9.1	**7**	31.8	**10**	45.5	**3**	13.6		
Valu lui Traian	1969-1995	21					**3**	14.3	**10**	47.6	**8**	38.1		
M. Kogălniceanu	1975-1995	19			**3**	15.8	**5**	26.3	**7**	36.8	**4**	21.1		
Cosmești-Tecuci	1976-1995	20					**3**	15	**12**	60	**5**	25		
Popăuți	1990-1995	6					**3**	50	**2**	33.3	**1**	16.7		
Gogoșu	1991-1995	5					**3**	60	**2**	40				

Tabelul 5.4 (continuare)

Numărul de ani, exprimați și în procente, în care s-au obținut anumite producții (în t/ha) cuprinse între diferite limite în perioada de cercetare, la cultura:

Fasole – neirigat

Câmpul experimental	Perioada de experimentare	Nr. ani cercetați	Producția (t/ha) cuprinsă între limitele:											
			0-1		1-2		2-3		3-4		4-5		5-6	
			Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%
Oradea	1973-1995	21	**8**	38.1	**9**	42.9	**4**	19						
Maglavit-Calafat	1976-1995	18	**8**	44.4	**9**	50	**1**	5.6						
Șimnic	1985-1995	11	**7**	63.6	**4**	36.4								
Caracal	1970-1995	26	**9**	34.6	**14**	53.8	**2**	7.7	**1**	3.9				
Băneasa-Giurgiu	1975-1995	19	**11**	57.9	**7**	36.8	**1**	5.3						
Dor Mărunt	1973-1995	20	**2**	10	**12**	60	**6**	30						
Mărculești	1969-1995	22	**3**	13.6	**14**	63.7	**5**	22.7						
Valu lui Traian	1969-1995	24	**6**	25	**16**	66.7	**2**	8.3						
M. Kogălniceanu	1975-1995	20	**7**	35	**7**	35	**6**	30						
Cosmești-Tecuci	1976-1995	20	**2**	10	**16**	80	**1**	5	**1**	5				
Suceava	1970-1995	23	**1**	4.3	**10**	43.5	**8**	34.8	**4**	17.4				
Popăuți	1990-1995	6			**3**	50	**3**	50						
Gogoșu	1991-1995	5	**2**	40	**3**	60								

Tabelul 5.4 (continuare)

Numărul de ani, exprimați și în procente, în care s-au obținut anumite producții (în t/ha) cuprinse între diferite limite în perioada de cercetare, la cultura:

Fasole – irigat

Câmpul experimental	Perioada de experimentare	Nr. ani cercetați	Producția (t/ha) cuprinsă între limitele:											
			0-1		1-2		2-3		3-4		4-5		5-6	
			Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%	Nr. ani	%
Oradea	1973-1995	22	1	4.5	10	45.5	10	45.5	1	4.5				
Maglavit-Calafat	1976-1995	19			7	36.8	8	42.1	4	21.1				
Șimnic	1985-1995	11	1	9.1	9	81.8	1	9.1						
Caracal	1970-1995	26			13	50	12	46.2	1	3.8				
Băneasa-Giurgiu	1975-1995	20	1	5	11	55	7	35	1	5				
Dor Mărunt	1973-1995	19			6	31.6	6	31.6	7	36.8				
Mărculești	1969-1995	23	1	4.4	7	30.4	11	47.8	4	17.4				
Valu lui Traian	1969-1995	24			6	25	15	62.5	3	12.5				
M. Kogălniceanu	1975-1995	20	3	15	2	10	6	30	5	25	4	20		
Cosmești-Tecuci	1976-1995	20			4	20	12	60	4	20				
Suceava	1970-1995	25	1	4	5	20	13	52	6	24				
Popăuți	1990-1995	6			1	16.7	2	33.3	3	50				
Gogoșu	1991-1995	5			2	40	3	60						

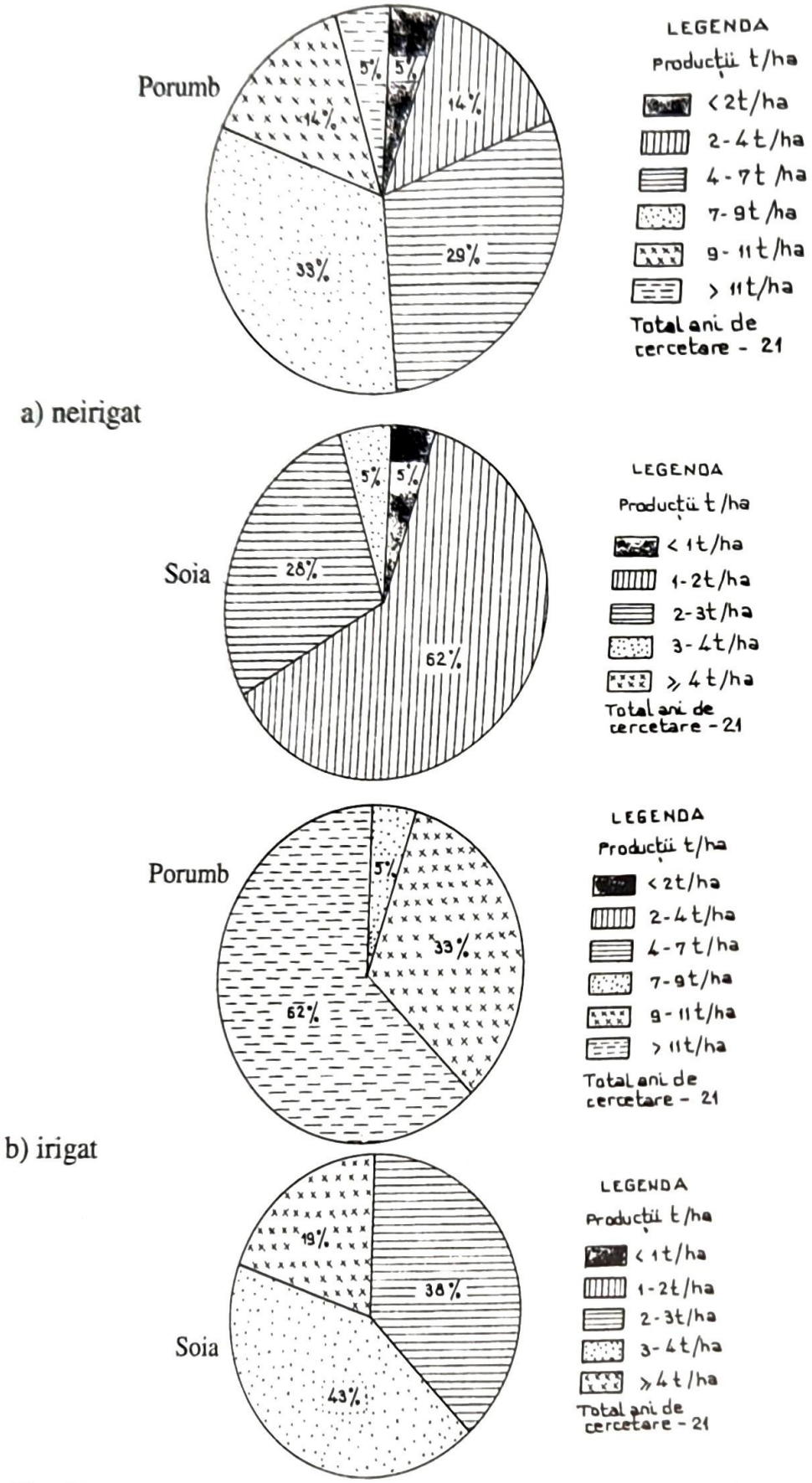
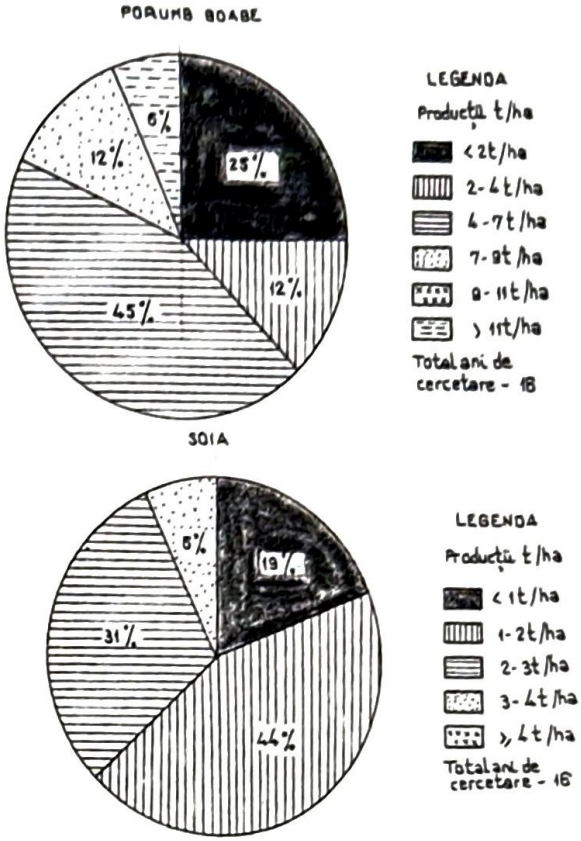


Fig. 5.1. Producții între anumite limite, în %, obținute în perioada de cercetare la porumb și soia la punctul exp. ICITID din S.C.D.A. Caracal: a - neirigat; b - irigat

Drăgăneşti Teleorman – neirigat (a)



Drăgăneşti Teleorman – irigat (b)

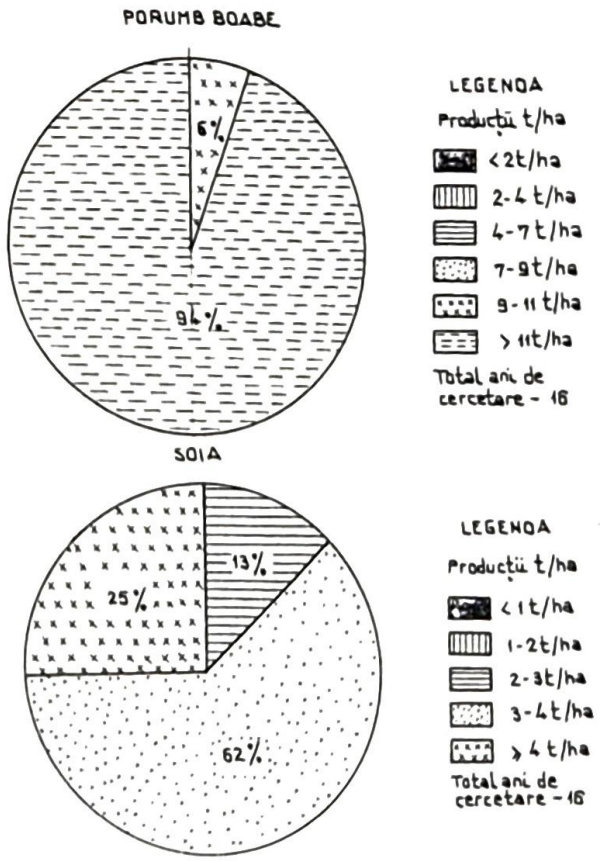


Fig. 5.2 (a şi b). Producţii între anumite limite, în %, obţinute în perioada de cercetare la porumb şi soia la punctul exp. ICITID din Drăgăneşti-Teleorman

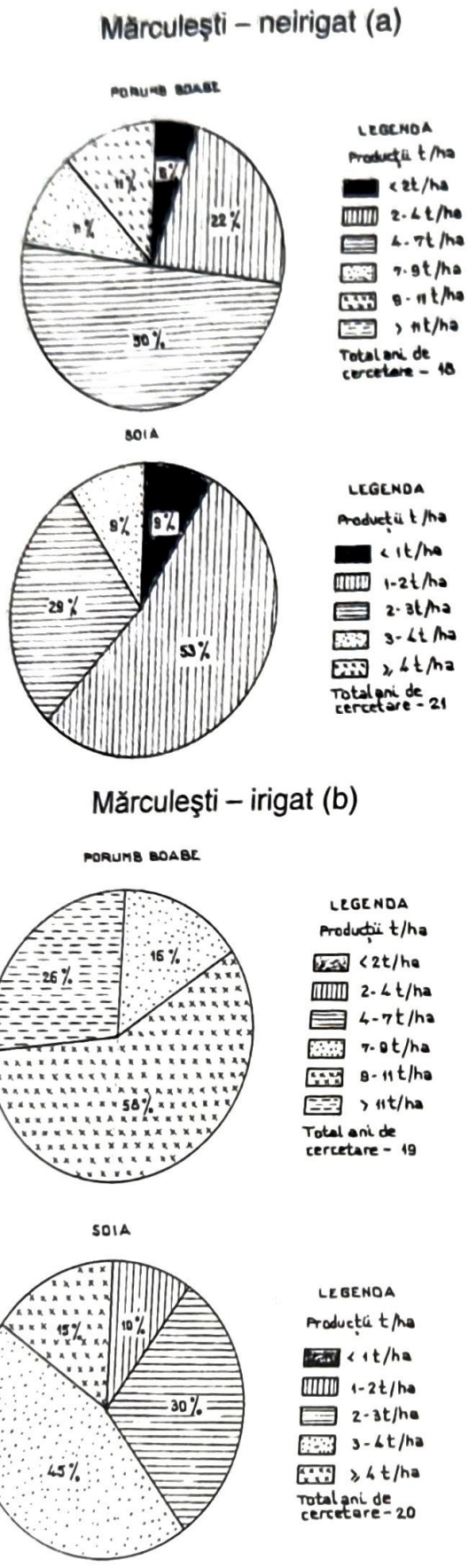


Fig. 5.3 (a şi b). Producţii între anumite limite, în %, obţinute în perioada de cercetare la porumb şi soia la punctul exp. ICITID din Mărculeşti

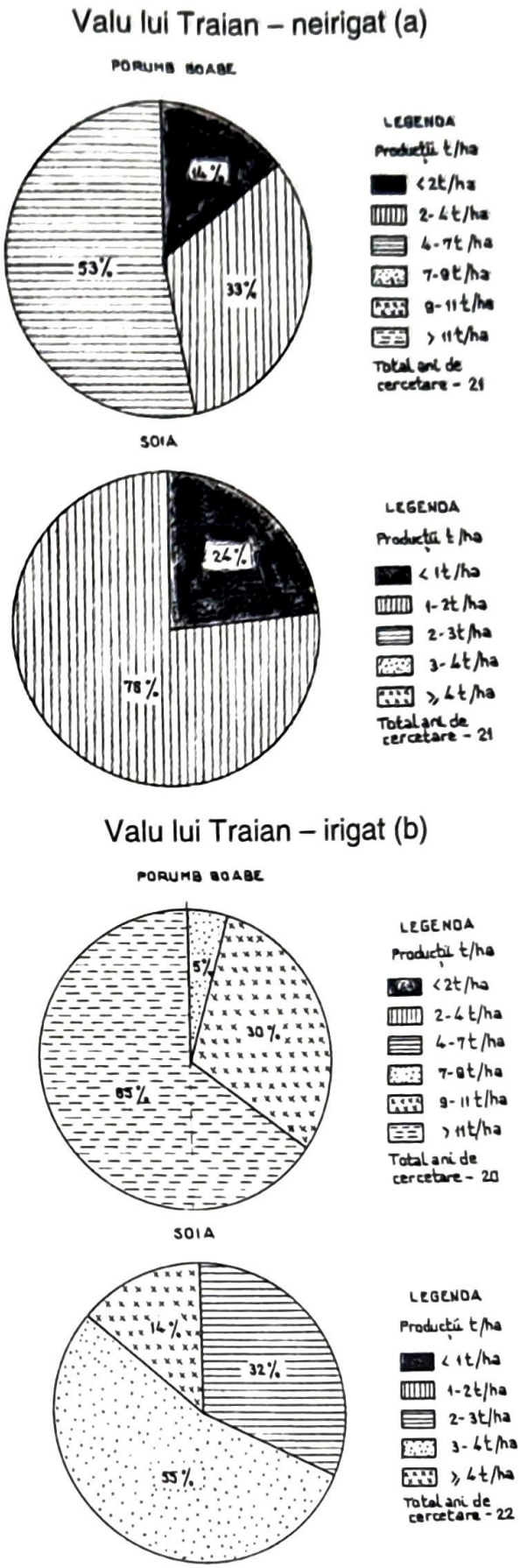


Fig. 5.4 (a şi b). Producții între anumite limite, în %, obținute în perioada de cercetare la porumb şi soia la punctul exp. ICITID din Valu lui Traian

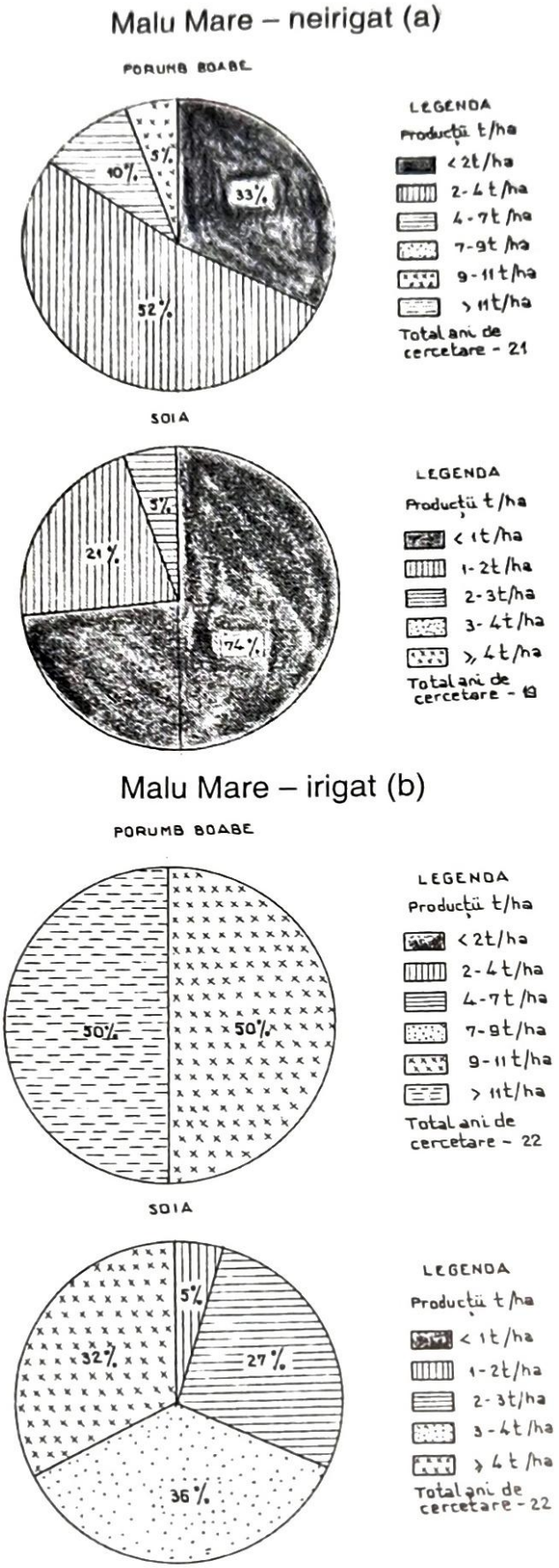


Fig. 5.5 (a şi b). Producții între anumite limite, în %, obținute în perioada de cercetare la porumb şi soia la punctul exp. ICITID din Malu Mare

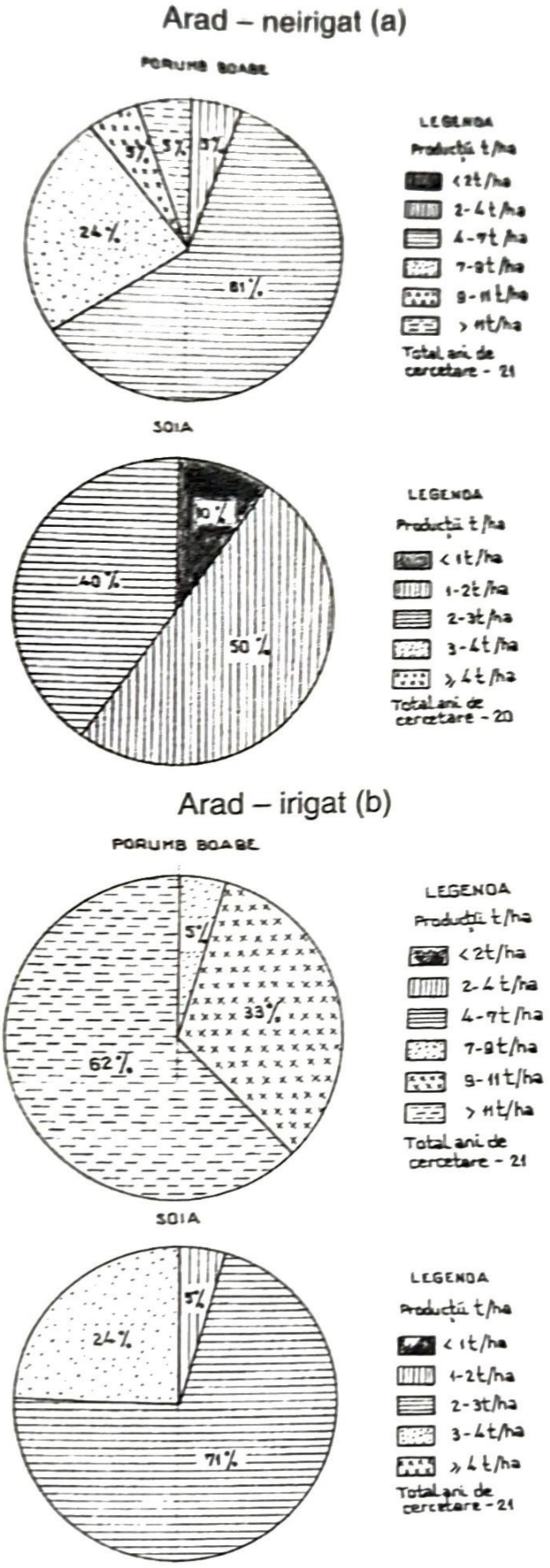


Fig. 5.6 (a şi b). Producții între anumite limite, în %, obținute în perioada de cercetare la porumb şi soia la punctul exp. ICITID din Arad

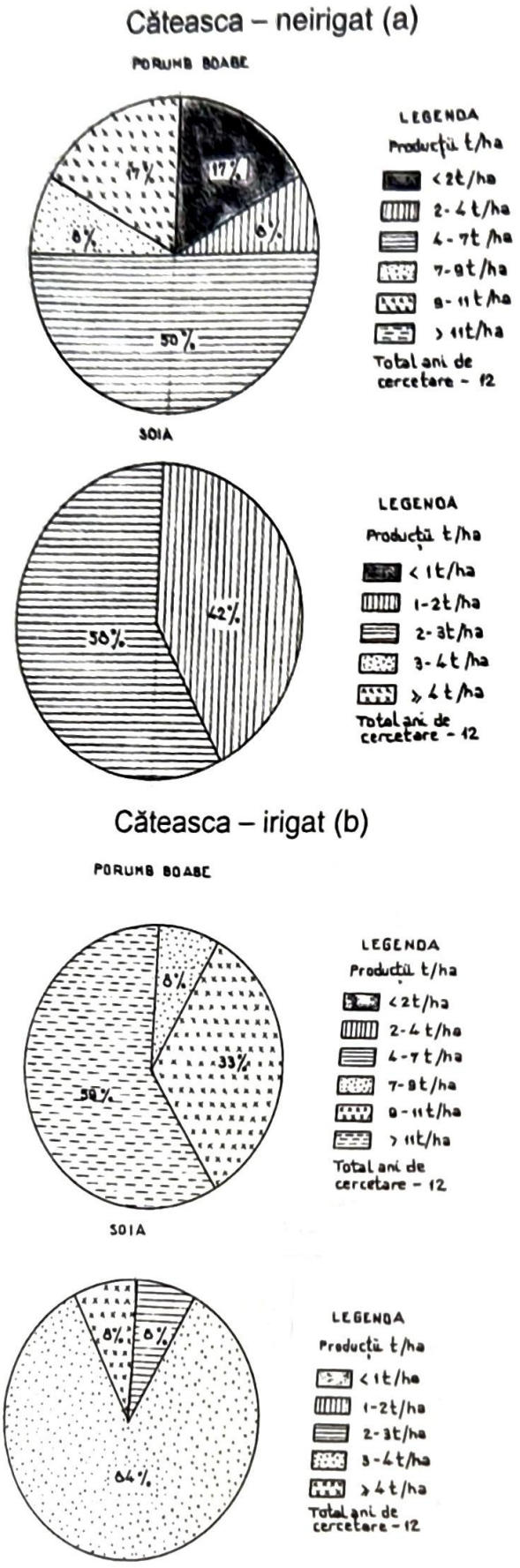


Fig. 5.7 (a şi b). Producții între anumite limite, în %, obținute în perioada de cercetare la porumb şi soia la punctul exp. ICITID din Cătească

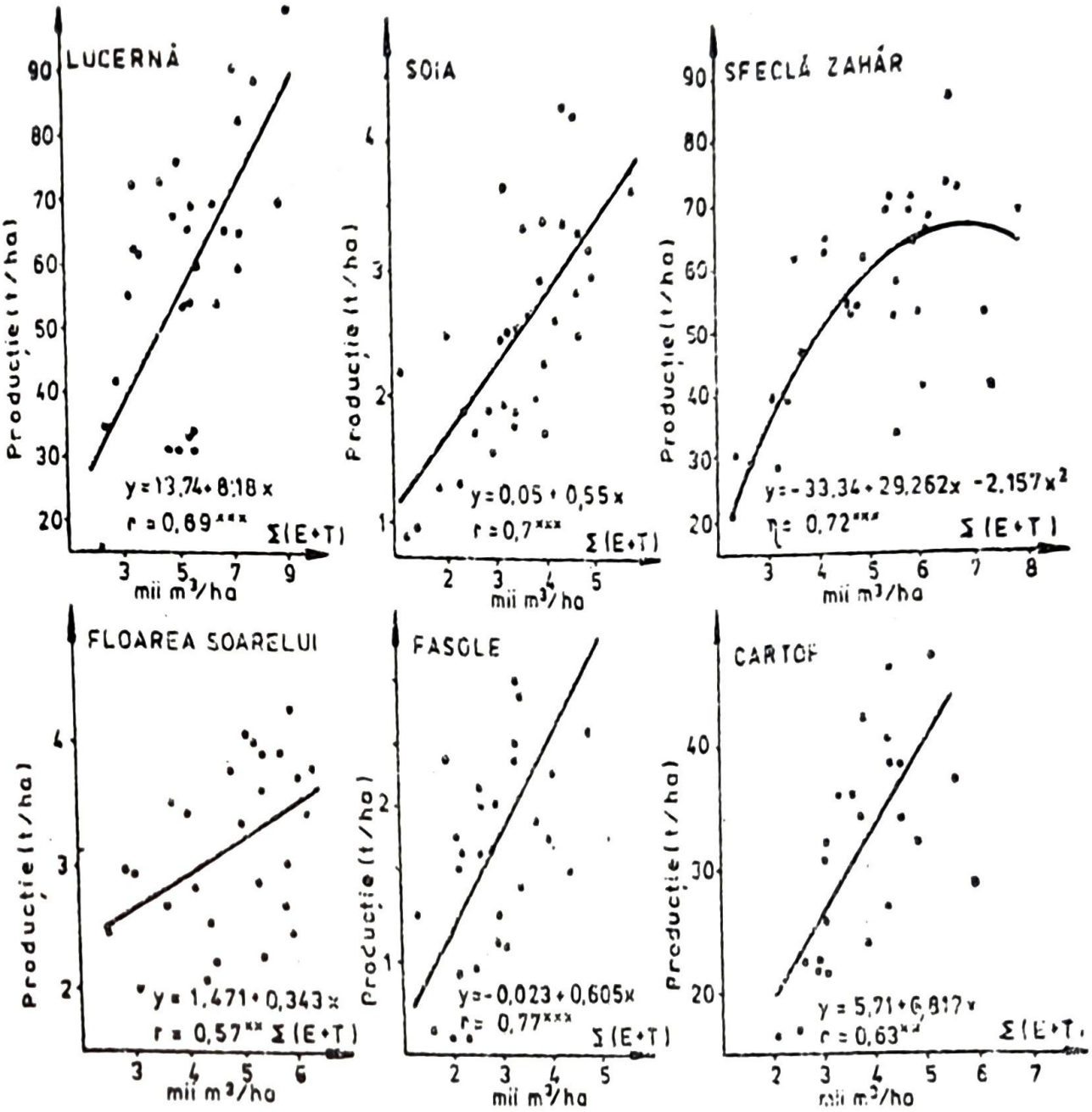


Fig. 5.8. Corelația consum de apă-producție în punctul experimental ICITID de la SCDA Caracal

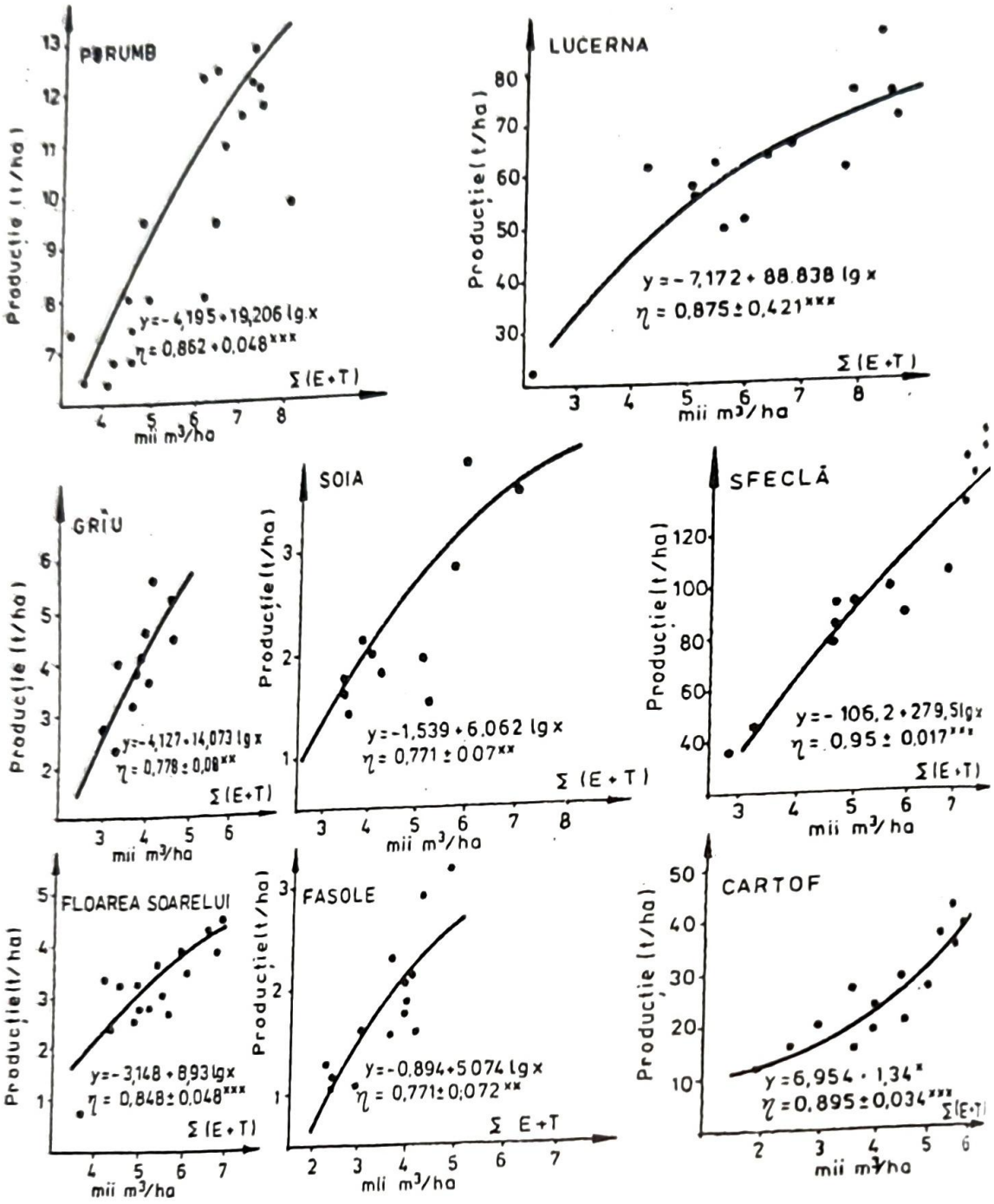


Fig. 5.9. Corelația consum de apă-producție în punctul experimental ICITID de la Berceni

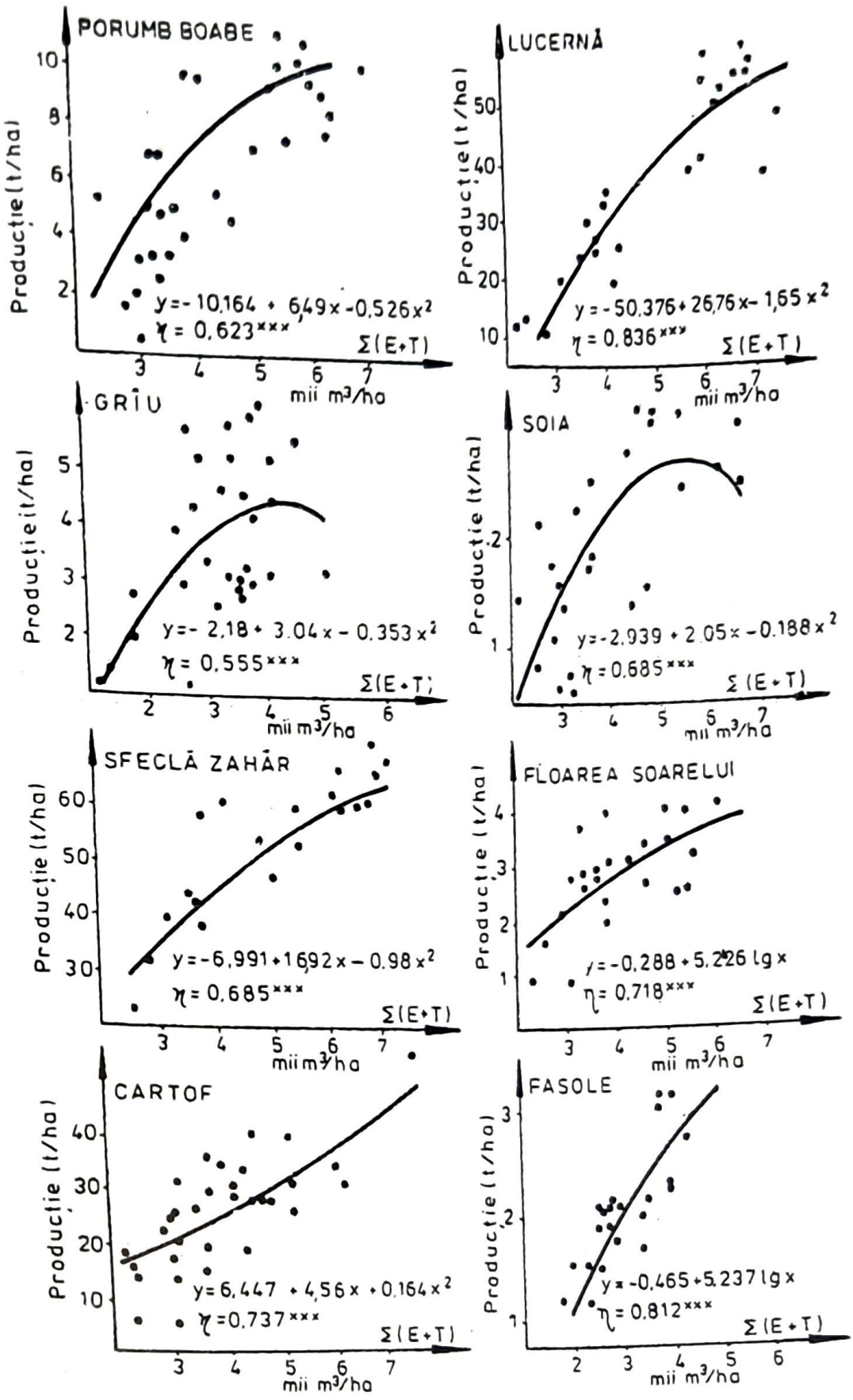


Fig. 5.10. Corelația consum de apă-producție din punctul experimental ICITID din SCDA Mărculești

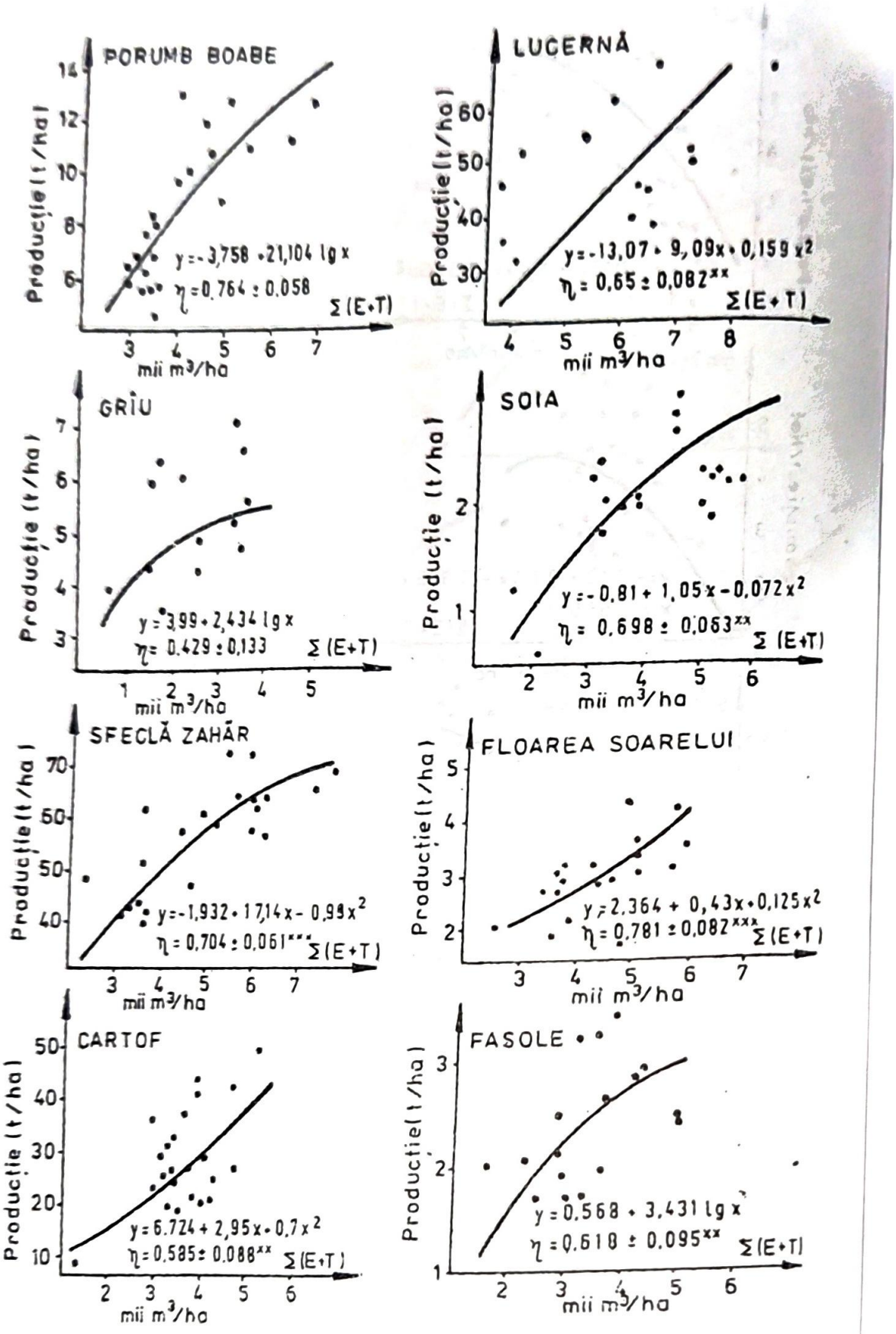


Fig. 5.11. Corelația consum de apă-producție din punctul experimental ICITID din Brăila-Terasă

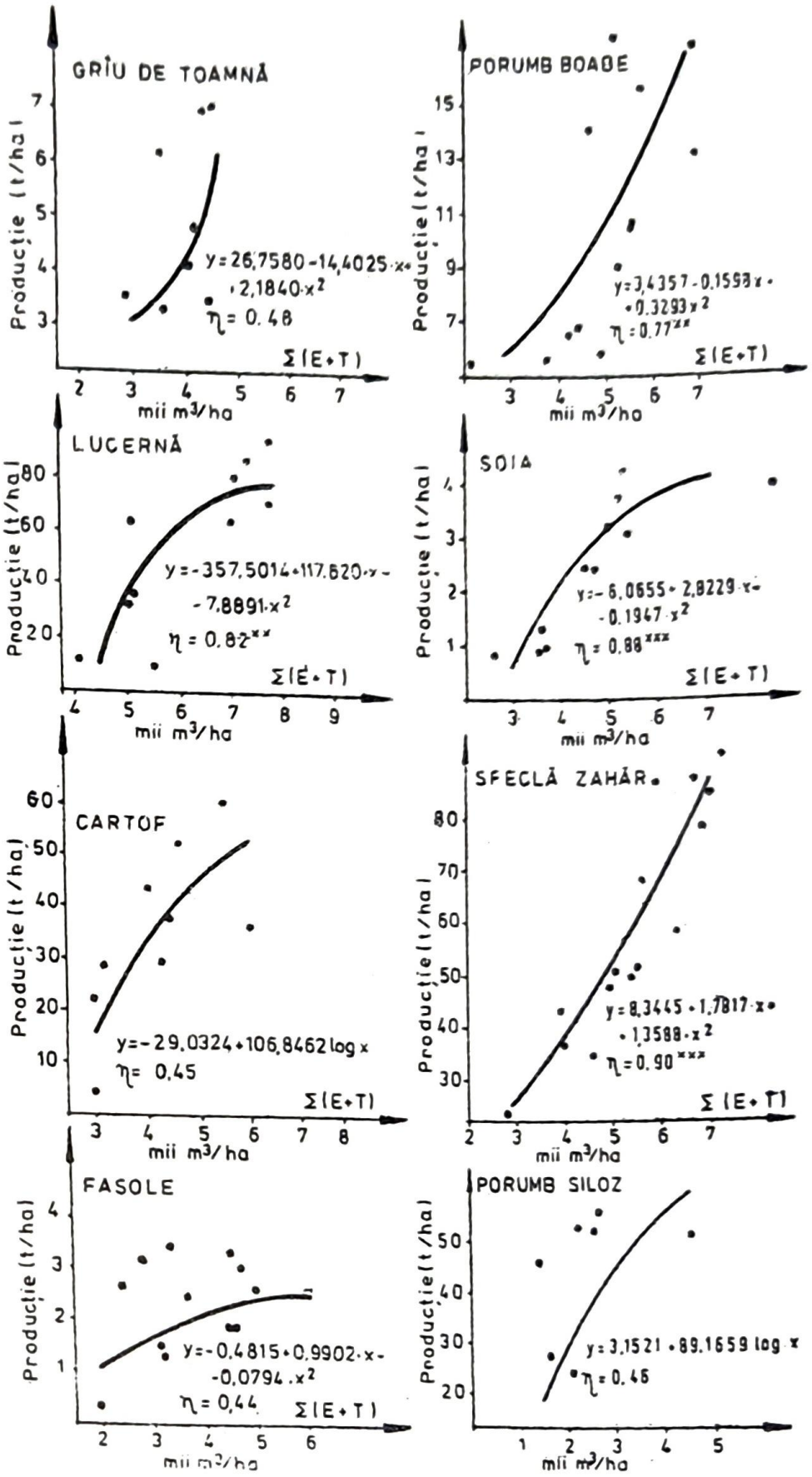


Fig. 5.12. Corelația consum de apă-producție din punctul experimental ICITID din Insula Mare a Brăilei (fără aport freatic)

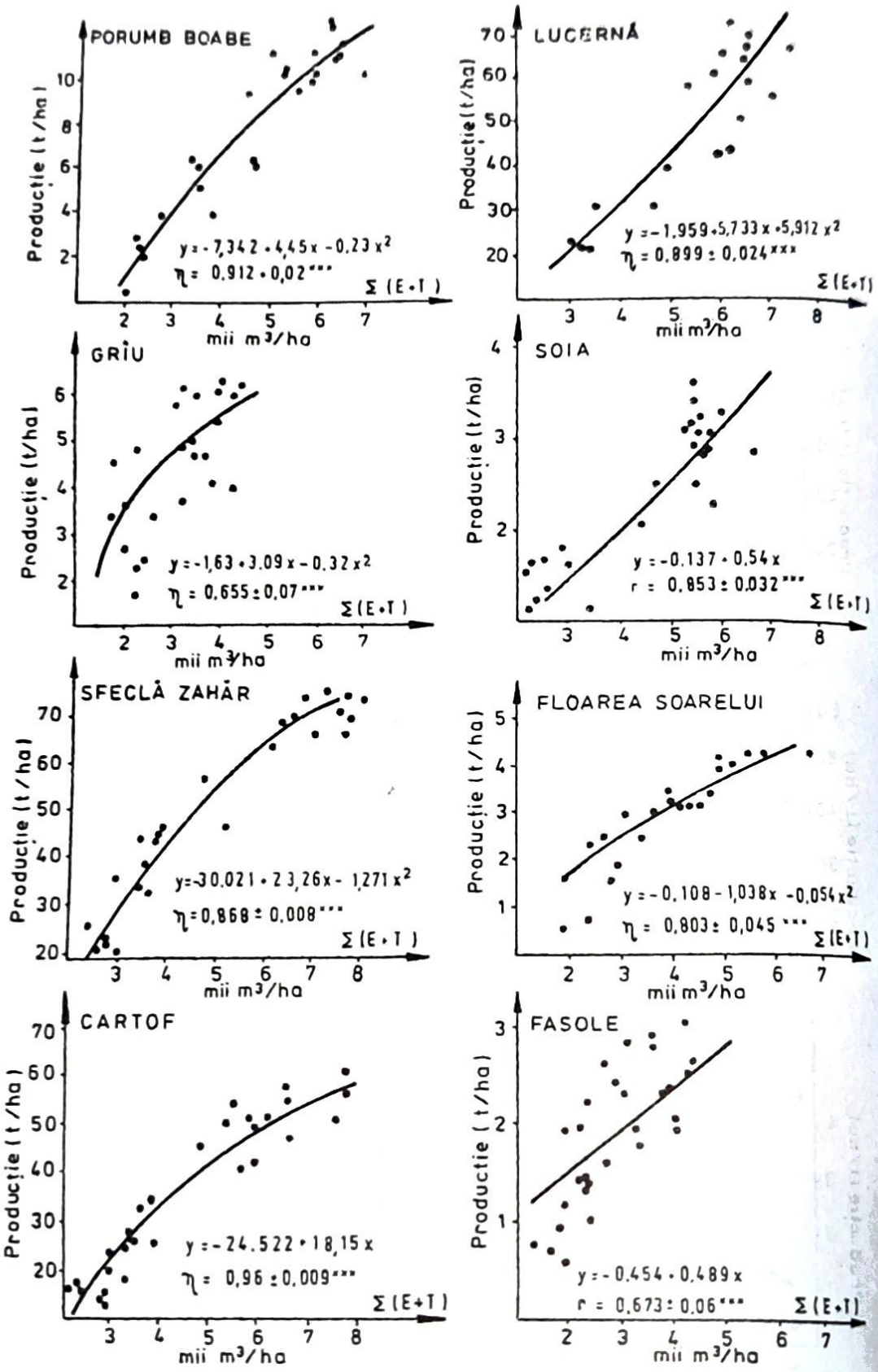


Fig. 5.13. Corelația consum de apă-producție din punctul experimental ICITID din SCDA Valu lui Traian

Tabelul 5.5

Coeficienți de valorificare a apei la culturile neirigate și irigate *(după Grumeza)*

Staţiunea (punctul experimental)	Perioada de cercetare	Cultura														
		GRÂU			PORUMB			LUCERNĂ			FL.-SOARELUI			SFECLĂ		
		Neirigat	Irigat		Neirigat	Irigat		Neirigat	Irigat		Neirigat	Irigat		Neirigat	Irigat	
		kvt	kvt	kvi	kvt	kvt	kvi	kvt	kvt	kvi	kvt	kvt	kvi	kvt	kvt	kvi
Câmpia Română																
Maglavit	1976-1985	0.72	0.66	1.18	0.71	0.50	0.57	0.13	0.14	0.19	2.42	1.95	2.37	0.09	0.11	0.13
Caracal	1969-1985	0.65	0.98	1.92	0.59	0.52	0.54	0.08	0.10	0.16	1.40	1.60	2.40	0.10	0.09	0.11
Băneasa-Buc.	1969-1985	0.97	0.85	0.85	-	-	-	0.11	0.12	0.15	2.58	2.00	1.84	0.14	0.13	0.16
Drăgăneşti-Vlaşca	1975-1985	0.61	0.60	0.73	0.60	0.48	0.48	0.13	0.12	0.11	1.60	1.43	1.68	0.13	0.10	0.10
Băneasa Giurgiu	1975-1985	1.05	0.84	0.79	-	-	-	0.15	0.11	0.11	3.13	2.59	3.09	0.13	0.11	0.13
Berceni	1977-1985	1.26	0.83	0.76	0.65	0.58	0.72	0.11	0.12	0.20	1.54	1.65	2.90	0.07	0.06	0.07
Dor Mărunt	1975-1985	0.72	0.74	1.18	0.49	0.48	0.73	0.08	0.09	0.23	1.11	1.14	1.70	0.09	0.09	0.10
Mărculeşti	1969-1985	0.91	0.89	1.17	0.72	0.59	0.58	0.16	0.13	0.13	1.46	1.72	2.83	0.10	0.11	0.13
Brăila	1969-1985	0.69	0.70	1.12	0.50	0.48	0.60	0.20	0.12	0.10	1.51	1.46	2.04	0.09	0.09	0.11
Dobrogea																
23 August	1976-1985	-	0.59	-	-	0.38	-	-	0.08	-	-	1.24	-	-	0.08	-
Valu lui Traian	1969-1985	0.65	0.66	0.85	0.71	0.53	0.42	0.14	0.10	0.08	1.29	1.39	1.72	0.11	0.10	0.12
M. Kogălniceanu	1975-1985	1.38	0.70	0.48	0.58	0.40	0.35	0.08	0.07	0.08	2.48	1.64	1.59	-	-	-
Moldova																
Cosmeşti	1976-1985	1.49	0.98	0.58	0.71	0.58	0.55	0.10	0.08	0.09	2.22	1.77	1.65	0.19	0.10	0.07
Podu Iloaiei	1969-1985	0.87	0.91	1.08	0.53	0.52	0.86	0.10	0.11	0.18	1.90	1.73	1.80	0.09	0.10	0.17
Suceava	1969-1985	1.08	1.15	3.47	0.66	0.65	0.39	0.09	0.09	0.15	-	-	-	0.11	0.11	0.17
Câmpia de Vest																
Oradea	1969-1985	0.79	0.80	1.54	0.58	0.57	0.66	0.08	0.08	0.13	0.93	2.40	6.38	0.11	0.12	0.22
Arad	1969-1985	0.69	0.74	1.43	0.51	0.51	0.64	0.08	0.10	0.17	1.38	1.76	4.86	0.11	0.12	0.20
Timişoara	1979-1985	-	-	-	0.67	0.59	0.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Podişul Transilvaniei																
Cluj	1979-1985	-	-	-	0.78	0.67	0.62	-	-	-	-	-	-	0.11	0.08	0.04
Câmpia Piteştiului																
Cătеasca	1979-1985	0.66	0.66	0.64	0.48	0.56	0.68	-	-	-	1.39	1.14	1.06	0.07	0.06	0.05
Nisipuri																
Gogoşu	1976-1985	0.82	0.76	0.79	1.12	0.55	0.37	-	-	-	2.77	2.00	1.79	0.24	0.16	0.14
Malu Mare	1969-1985	1.37	0.81	0.54	1.04	0.46	0.26	-	0.44	-	3.81	1.46	0.84	-	-	-
Lunca Dunării																
Insula Mare a Brăilei	1979-1985	1.08	0.82	0.74	0.51	0.41	0.39	0.17	0.09	0.06	-	-	-	0.10	0.10	0.08

Tabelul 5.5 (continuare)

Staţiunea (punctul experimental)	Perioada de cercetare	Cultura											
		CARTOFI			FASOLE			SOIA			PORUMB SILOZ		
		Neirigat	Irigat		Neirigat	Irigat		Neirigat	Irigat		Neirigat	Irigat	
		kvt	kvt	kvi	kvt	kvt	kvi	kvt	kvt	kvi	kvt	kvt	kvi
Câmpia Română													
Maglavit	1976-1985	0.28	0.17	0.17	2.39	1.91	2.20	2.44	1.83	1.98	0.10	0.08	0.07
Caracal	1969-1985	0.12	0.12	0.13	1.66	1.45	1.51	1.92	1.72	1.96	-	0.07	-
Băneasa-Buc.	1969-1985	-	-	-	-	-	-	1.96	1.84	2.08	0.06	0.09	0.15
Drăgăneşti-Vlaşca	1975-1985	0.17	0.15	0.17	2.15	1.56	1.59	1.93	1.71	1.90	0.09	0.08	0.08
Băneasa Giurgiu	1975-1985	0.18	0.15	0.16	2.28	2.21	2.29	1.98	1.51	1.63	0.06	0.07	0.16
Berceni	1977-1985	0.17	0.16	0.22	2.13	1.90	2.37	2.10	1.91	2.31	0.12	0.08	0.07
Dor Mărunt	1975-1985	0.15	0.13	0.11	1.79	1.38	1.57	1.54	1.50	2.03	0.06	0.06	0.05
Mărculeşti	1969-1985	0.16	0.14	0.14	1.83	1.59	1.65	2.34	2.02	2.07	0.09	0.08	0.08
Brăila	1969-1985	0.15	0.13	0.15	1.79	1.42	1.49	2.02	1.86	2.14	0.12	0.06	0.06
Dobrogea													
23 August	1976-1985	-	0.10	-	-	-	-	-	1.72	-	-	0.07	-
Valu lui Traian	1969-1985	0.16	0.13	0.13	1.72	1.60	1.79	2.24	1.81	1.60	0.14	0.06	0.06
M. Kogălniceanu	1975-1985	0.14	0.10	0.10	1.63	1.15	1.03	1.97	1.56	1.57	0.11	0.07	0.05
Moldova													
Cosmeşti	1976-1985	0.22	0.17	0.15	1.79	1.56	1.38	2.14	1.80	1.84	0.10	0.08	0.09
Podu Iloaiei	1969-1985	0.11	0.13	0.23	1.67	1.71	2.82	1.61	1.74	3.12	0.04	0.05	0.12
Suceava	1969-1985	0.11	0.11	0.18	1.75	1.69	1.93	-	-	-	-	-	
Câmpia de Vest													
Oradea	1969-1985	0.13	0.14	0.23	1.91	2.20	-	2.00	2.13	3.11	0.09	0.09	0.09
Arad	1969-1985	0.09	0.13	0.40	1.37	1.34	1.67	1.78	2.15	3.84	0.06	0.07	0.09
Timişoara	1979-1985	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Podişul Transilvaniei													
Cluj	1979-1985	0.12	0.12	0.11	-	-	-	-	-	-	0.09	0.08	0.11
Câmpia Piteştiului													
Căteasca	1979-1985	-	-	-	3.69	2.42	1.61	1.51	1.49	1.62	0.07	0.06	0.05
Nisipuri													
Gogoşu	1976-1985	0.18	0.16	0.17	3.77	2.22	1.57	4.28	1.70	1.08	0.07	0.07	0.06
Malu Mare	1969-1985	0.33	0.14	0.07	5.36	1.97	0.90	4.99	1.48	0.81	0.10	0.07	0.05
Lunca Dunării													
Insula Mare a Brăilei	1979-1985	0.14	0.10	0.11	2.15	1.85	1.77	2.58	1.57	1.15	0.15	0.05	0.04

Capitolul 6

METODE DE UDARE ŞI TIPURI DE AMENAJARE FOLOSITE ÎN SISTEMELE DE IRIGAŢII DIN ROMÂNIA

6.1. METODE DE UDARE UTILIZATE ÎN AMENAJĂRILE DE IRIGAŢII DIN ROMÂNIA

Printre metodele de udare folosite în mod frecvent la irigarea culturilor în ţara noastră menţionăm: irigarea prin brazde (o variantă a irigării prin scurgere la suprafaţă) şi irigarea prin aspersiune. Tot ca o variantă a udării prin scurgere la suprafaţă se mai foloseşte udarea prin inundare, aceasta însă numai în cazul culturii de orez, puţin extinsă la noi în ţară (atât metoda cât şi cultura). Metoda de udare localizată, incluzând cele trei procedee cunoscute (subterană, picurare, rampe perforate), deşi de perspectivă pentru anumite categorii de culturi cum ar fi cele viticole şi pomicole, în România, se află în prezent mai mult în stadiul de experimentare, cu rezultate deosebit de favorabile cu precădere pe nisipuri şi pe solurile nisipoase.

6.1.1. Metoda de irigare prin brazde

Este cea mai veche în ţara noastră, fiind practicată în trecut mai ales în cazul culturilor legumicole. Odată cu dezvoltarea pe scară largă a irigaţiilor în ţara noastră, această metodă a fost avută în vedere cu prioritate, deşi în cadrul amenajărilor existente nu se află decât în proporţie de cca 15%; ponderea o reprezintă aspersiunea. Având în vedere multiplele avantaje pe care le prezintă, printre care şi consumul de energie substanţial mai redus în procesul de exploatare, comparativ cu aspersiunea, această metodă rămâne totuşi de mare perspectivă pe terenurile amenajate pentru irigaţii din ţara noastră. Există premisele că pe măsura progresului tehnic în domenii conexe, cum ar fi cel al conductelor de mase plastice, al diferitelor dispozitive şi mecanisme de automatizare etc., această metodă să capete o mult mai largă răspândire, începând chiar cu retehnologizarea (reabilitarea) amenajărilor existente, mergând apoi şi în continuare.

O contribuţie deosebită la obţinerea de rezultate foarte utile pentru activitatea practică de producţie, dar şi temeinic fundamentate ştiinţific a adus-o profesorul Ion Nicolaescu atât prin cercetările efectuate direct, cât şi în calitate de responsabil de teme şi programe în domeniu, în cadrul ICIFP şi apoi în ICITID.

În cele ce urmează se va face referire la cele mai importante aspecte tehnice legate de metoda de irigare prin brazde în contextul utilizării acesteia în amenajările de irigaţii din România.

Elementele tehnice ale udării prin brazde sunt: norma de udare, debitul brazdei, distanţa dintre brazde, lungimea brazdelor, durata udării şi randamentul de aplicare a udării pe parcela irigată.

Norma de udare (m) care se aplică se stabileşte în funcţie de caracteristicile hidrofizice ale solului şi de cultură, după formula anterior prezentată în cadrul capitolului II.

Distanţa dintre brazde (d) este de regulă egală cu distanţa dintre rândurile de plante. La stabilirea acestui element de udare, trebuie avut în vedere ca acesta să fie corelat cu lucrările curente de întreţinere a culturii respective, inclusiv cu dispozitivele şi instalaţiile folosite la aplicarea udării. Totuşi, înainte de acestea, trebuie să se aibă în vedere caracteristicile solului din punct de vedere al compoziţiei mecanice, de care se leagă atât distribuţia apei în plan orizontal şi vertical, cât şi de stratul în care se află cantonat sistemul radicular al plantelor, în ceea mai mare parte. Este vorba aici de conturul de umectare care se realizează prin aplicarea unei norme de udare, care este bine să fie determinat prin investigaţii directe în teren în cadrul studiilor ce se efectuează pentru întocmirea proiectului de amenajare, care mai cuprind şi alţi factori, precum permeabilitatea solului, microreliefului etc. În funcţie de textura solului, Nicolaescu (1981) recomandă următoarele distanţe dintre brazdele de udare:

- d = 0,4-0,7 m pentru soluri cu textură uşoară;
- d = 0,7-1,0 m pentru soluri medii;
- d = 1,0-1,2 m în cazul solurilor cu textură grea.

Între distanţa (d) şi debitul de alimentare (q) există o strânsă legătură care trebuie avută în vedere încă de la proiectare.

În stabilirea modului de dispunere a brazdelor în plan orizontal, mai ales în cazul culturilor legumicole, un rol important revine şi plantelor. Astfel sunt elaborate scheme diferite de „modelare" a terenului, pentru care au fost concepute şi maşini speciale destinate acestui scop, în funcţie de diferitele categorii de specii legumicole. Unele condiţii privind distanţa dintre brazde trebuie avute în vedere şi în cazul plantaţiilor viti-pomicole,

având în vedere unele particularităţi ale aparatului vegetativ propriu acestora (N. Grumeza şi I. Alexandrescu, 1967, N. Grumeza şi colab., 1979).

Debitul brazdei (q) este condiţionat de panta terenului, de compoziţia mecanică şi de umiditatea solului, de distanţa dintre brazde, precum şi de rugozitatea perimetrului udat al brazdei. După I. Nicolaescu acest element de udare este, de fapt, cel mai important întrucât influenţează direct fenomenul de eroziune, determinând atât valoarea celorlalte elemente tehnice (durata şi randamentul udării ca şi norma realizată), cât şi pe cea a productivităţii udătorilor. În felul acesta, specifică autorul mai sus citat, acest debit de alimentare, guvernează evoluţia integrală a fenomenului de scurgere a apei pe brazdă.

Întrucât, mărimea debitului influenţează eficienţa udării în sensul că, cu cât acesta este mai mare cu atât creşte productivitatea muncii, reducându-se implicit şi costul udării, apare justificată tendinţa care se manifestă în producţie de a se lucra cu debite cât mai mari. Debitele mari însă, peste o anumită limită, provoacă eroziunea solului, cu consecinţele bine cunoscute.

Pornind de la considerentele care au în vedere realizarea unei productivităţi maxime a udărilor, în condiţiile evitării eroziunii solului pe traseul brazdelor de udare, apare raţional ca în diferitele situaţii date să se opereze cu debite care să satisfacă pe cât posibil ambele cerinţe menţionate. În literatura de specialitate acest debit este cunoscut sub denumirea de *debit maxim neeroziv* (q_{mn}).

În cazul solurilor medii, determinarea acestuia se face utilizând formula de mai jos:

$$q_{mn} = \frac{0,63}{i}$$

în care: q_{mn} este debitul maxim neeroziv în l/s;

i - panta longitudinală a brazdei în %.

În practică se poate folosi o diagramă elaborată de I. Nicolaescu. Într-o măsură mai mică, debitul maxim neeroziv este influenţat de distanţa dintre brazde, avându-se în vedere procesul de infiltraţie laterală a apei.

Mărimea debitului maxim neeroziv condiţionează secţiunea brazdei. Astfel, în cazul pantelor mari, spre exemplu, unde trebuie să se folosească debite reduse, pentru evitarea fenomenului de eroziune, evident se vor utiliza secţiuni ale brazdelor de dimensiuni reduse, condiţionate de mărimea debitului ce urmează a fi transportat.

În funcţie de regimul de alimentare al brazdelor de udare, q_{mn} poate avea semnificaţii diferite. Astfel, sunt cazuri când de la începutul şi până la

sfârșitul udării norma de udare este aplicată numai cu debite având valoarea q_{mn}. Așa se procedează în situația brazdelor deschise la capătul din aval, din care apa trece într-o rigolă de evacuare, în cazul în care apa nu împrumută din conținutul de săruri al solului, respectiv când nu parcurge soluri sărăturate, putând fi folosită la irigat. Acest mod de utilizare a apei este cunoscut sub denumirea de sistem recirculator, practicat în mare măsură în SUA. În cazul brazdelor închise în capătul din aval – situația cea mai frecvent întâlnită în amenajările de irigații prin scurgere la suprafață din țara noastră – este indicat a se folosi debitul variabil în aplicarea udărilor, respectiv cu 2 mărimi de debit. Debitul introdus în prima etapă este egal cu debitul maxim neeroziv și poartă denumirea de *debit inițial* (q_i). În felul acesta prima etapă se consideră de la introducerea apei în brazdă și până la ajungerea acesteia aproape de capătul din aval.

În cea de-a doua etapă, care durează până la administrarea întregii norme de udare, debitul se reduce devenind astfel *debit de regim* (q_r). Este vorba de această dată de *regim de alimentare variabil.* Acest procedeu a apărut ca o necesitate pentru a se preîntâmpina deversarea apei în afara cunetei brazdei de udare, fenomen constatat frecvent în cazul alimentării uniforme a brazdelor de udare cu debit maxim neeroziv. Din cercetările efectuate a rezultat că în condiții de exploatare, pentru o funcționare normală a brazdelor, trecerea de la q_i la q_r se face prin reducerea la aproximativ jumătate a debitului maxim neeroziv. Evident, în practică se pot face anumite adaptări, de la caz la caz, în funcție de specificul condițiilor naturale date.

Lungimea brazdelor de udare (l) este influențată direct de permeabilitatea solului și de panta terenului pe traseul brazdei.

În tehnica irigației prin scurgere la suprafață, lungimea brazdelor este cunoscută sub 3 forme:

- *lungimea maximă* (l_{max}), înțelegând prin aceasta lungimea parcursă de apă în cazul unei alimentări a brazdei deschise un timp îndelungat;
- *lungimea necesară* (l_n), lungimea străbătută de apă prin brazdă până la administrarea normei de udare calculată;
- *lungimea optimă* (l_o), lungimea brazdei în cadrul căreia pe traseul brazdei se obține o umiditate satisfăcătoare a udării cu pierderi minime.

În practică, interesează lungimea optimă. Pentru determinarea acesteia s-au făcut și se fac și în prezent numeroase cercetări atât la noi în țară cât și în străinătate. Atenția deosebită care i se acordă acestei probleme este motivată de faptul că de lungimea brazdelor de udare este condiționată în cea mai mare măsură productivitatea muncii udărilor. După Booher (1967), lungimea

maximă a brazdelor se realizează la pante de 5‰. Pleşa şi colab. (1977) concluzionează că pentru condiţiile Dobrogei, pantele cele mai favorabile obţinerii lungimii maxime a brazdelor de udare sunt cuprinse între 6 şi 7‰.

Pentru calculul lungimii brazdei de udare (l) se poate folosi relaţia:

$$l = \frac{0{,}000315}{a \times K \times I}$$

în care:

K este coeficientul de infiltraţie în cm/s;

I -panta brazdelor;

a - distanţa dintre brazde.

I. Nicolaescu (1981) subliniază că lungimea brazdelor constituie un element complex a cărui stabilire se fundamentează pe studii laborioase de teren, precizând totodată că în aceleaşi condiţii de sol şi pantă, lungimea brazdelor devine o funcţie a culturii prin aceea că lungimea (l) creşte odată cu creşterea normei de udare (m) .

Durata udării (T). Stabilirea timpului de udare respectiv durata aplicării udării (a normei de udare), cu cele două debite: q_i în prima etapă şi cu q_r, în cea de-a doua, după ce apa a parcurs traseul brazdei până aproape de limita extremă din aval, se face după următoarea formulă:

$$T = t_1 + t_2$$

în care:

t_1 este timpul de alimentare a brazdei corespunzător lui q_i şi se determină practic în teren;

t_2 - timpul de alimentare a brazdei corespunzător lui q_r.

Stabilirea lui t_2, se face utilizând formula:

$$t_2 = \frac{m \times l}{600 q_r} \times d - 2t_1 \text{ (în minute)}$$

în care:

q_r este $0{,}5q_i$;

l - lungimea brazdelor;

d - distanţa dintre brazde.

În ceea ce priveşte *durata udării pentru un grup de brazde succesive,* Nicolaescu (1981), precizează faptul că durata udării unui grup de brazde necesită o analiză aprofundată, constituind cheia de control al irigaţiei în general şi în special a celei care foloseşte metoda de udare prin brazde. Din cercetările proprii, autorul menţionat constată că pe durata unui sezon de irigaţii pot apare trei cazuri distincte, în funcţie de modul real în care apa curge pe brazde. Astfel, primul caz se caracterizează prin aceea că durata

reală (t_{a1}) necesară apei să parcurgă lungimea (l_0) este mult mai mare decât timpul (t_0), situaţie care apare la prima udare când brazdele sunt rugoase, viteza de infiltraţie fiind mai mare decât la următoarele udări.

În cel de-al doilea caz, durata reală (t_{a2}) necesară apei să parcurgă lungimea (l_0) este aproximativ egală cu durata calculată (t_0). Acesta este cazul cel mai simplu pentru condiţii de producţie, consideră autorul menţionat, întrucât nu presupune luarea unor măsuri speciale ca în cazul anterior, legate de nerespectarea duratei de revenire a udării, de pierderea unor importante cantităţi de îngrăşăminte prin spălare, precum şi de pierderea, de asemenea, a unor apreciabile cantităţi de apă prin percolare, însoţite de un plus de energie pentru pompare ca şi de forţă de muncă. În cazul al treilea, durata reală (t_{a3}) necesară să parcurgă lungimea (l_0) este mult mai mică decât (t_0). Acest caz apare după primele udări ca urmare a diminuării rugozităţii şi a vitezei de infiltraţie sau în cazul brazdelor mai scurte. În cazul în care udarea se opreşte după timpul (t_{a3}), norma de udare realizată va fi mai mică decât norma necesară. În acest caz, udarea trebuie continuată, dar cu un debit mai mic decât cel iniţial, menţionat anterior ca debit de regim sau de completare (q_r), pentru a reduce pierderile de apă prin capătul aval al brazdelor. În context, autorul vine cu importante clarificări şi rezolvări privind debitul de regim, toate aspectele privind elementele tehnice ale metodei de irigare prin brazde fiind legate nemijlocit de *fenomenul de scurgere care se exprimă prin ecuaţia de avans – infiltraţie* (funcţia AVIN). De altfel, autorul anterior menţionat acordă cea mai mare atenţie funcţiei AVIN, prezentând şi multe soluţii considerate ca fiind cele mai semnificative în elucidarea unor aspecte ale fenomenului, printre acestea fiind *soluţia Phlip-Pharrel*, având la bază utilizarea transformantei Laplace şi a teoremei produsului de convoluţie asupra integralei stabilită de Lewis şi Milne, *soluţia Wilke-Smerdon*, bazată pe analiza cercetărilor efectuate în câmp şi *soluţia Yu- Si Foc Bishop* care ia în consideraţie parametrii obţinuţi pe cale experimentală ai funcţiei viteza de infiltraţie şi avans. Elaborează în final o soluţie proprie, *soluţia Nicolaescu* (1973), care se bazează tot pe ecuaţia continuităţii, folosind în acelaşi timp funcţiile euliriene în rezolvarea ecuaţiilor integrale. Folosind modelele de scurgere şi soluţiile pentru funcţia AVIN, autorul menţionat a elaborat un model matematic în proprie concepţie prin care se evită o parte din deficienţele principale ale altor soluţii cum ar fi: ipoteza prin care volumul la suprafaţă are o valoare constantă C pe toată lungimea şi folosirea unor ecuaţii ale infiltraţiei mai puţin adecvate fenomenului de scurgere la suprafaţă din irigaţii. Această soluţie vine totodată şi cu apro-

fundări pentru cazul specific al brazdelor, respectiv cu obținerea unor expresii analitice mai simple și mai precise etc. Având în vedere caracterul temporar al alimentării cu apă, datorită aplicării udărilor la anumite intervale de timp, cu urmări reflectate în modificarea condițiilor hidraulice de curgere și de infiltrație chiar pe durata unei udări, I. Nicolaescu a conceput un model matematic bazat pe o serie de ipoteze. Acestea ar fi: funcția cea mai adecvată de infiltrație este cea exprimată prin *ecuația Kosteacov*; debitul de alimentare a elementelor de udare este considerat strict constant pe durata (t) a analizei fenomenului; curgerea apei în elementele de udare are loc în regim nepermanent, exceptând bieful din amonte, care poate fi considerat stabil și uniform pe o anumită perioadă de timp; suprafața liberă a apei în lungul fâșiilor și brazdelor se consideră ca făcând parte dintr-un cilindru parabolic în care profilul longitudinal în plan vertical se exprimă printr-o anumită relație de calcul incluzând unele elemente la care autorul face referirile corespunzătoare; avansul apei în lungul elementelor de scurgere se poate exprima printr-o ecuație empirică, în corelație și cu un grafic reprezentând fenomenul de scurgere în spațiu, pe care autorul, de asemenea, le prezintă. Cercetările efectuate în condiții concrete de la noi din țară de către I. Nicolaescu (1978) au pus în evidență faptul că, pe un grup de brazde care sunt alimentate simultan cu debite egale, apa avansează cu abateri de peste ± 20%, față de valoarea medie a lungimilor parcurse de apă, prin variația de la o brazdă la alta a factorilor care influențează scurgerea.

Testarea soluției s-a efectuat în baza datelor de cercetare obținute în două amplasamente experimentale în Dobrogea, prin folosirea a 46 de ecuații ale vitezei de infiltrație și a peste 60 de ecuații ale avansului apei pe brazde.

Studii și cercetări necesare proiectării și exploatării amenajărilor de irigații pe brazde

În cazul amenajărilor de irigații prin care se prevede folosirea metodei de irigare pe brazde, în afară de ceea ce se cunoaște teoretic despre această metodă, inclusiv concluziile cercetărilor efectuate atât la noi în țara cât și în străinătate, este necesar să se efectueze studii și cercetări specifice acestei metode în condiții concrete, unde, de fapt, se preconizează a se realiza asemenea amenajări. Din acest punct de vedere, I. Nicolaescu apreciază că irigarea pe brazde necesită cel mai mare volum de studii și cercetări cu un important grad de dificultate, comparativ cu celelalte procedee (fâșii, inundare etc.) din cadrul metodei de udare prin scurgere la suprafața. Autorul menționat, consideră că executarea studiilor și cercetărilor la irigarea pe brazde se desfășoară în 3 etape distincte: înainte, pe durata și

după perioada de experimentare în condiții de teren. După *etapa de organizare* în care se stabilesc amplasamentele, echipamentele, aparatura necesară etc. urmează *etapa de experimentare* propriu-zisă. Trebuie făcută precizarea că înainte de a se trece la toate acestea care privesc în mod special metoda de irigare, anterior se efectuează studiile care preced orice documentație de proiectare și care privesc clima, solul din punct de vedere al reliefului, microreliefului pantei, compoziției mecanice etc., hidrologic, hidrogeologic și geomorfologic. Nu intrăm în detalii din acest punct de vedere, întrucât toate componentele acestor studii sunt prevăzute în cadrul normativelor de proiectare, în prezent în vigoare. Studiile și cercetările la care ne referim, privesc în exclusivitate metode de udare pe brazde. În cadrul acestei metode, I. Nicolaescu consideră că etapa de experimentare începe odată cu deschiderea brazdelor și se termină după aplicarea ultimei udări. Datele rezultate din experimentări trebuie să vină cu elemente concrete privind: debitul neeroziv în funcție de panta brazdelor și condițiile de sol, viteza de infiltrație în regim static și de scurgere în raport și de durata de infiltrație, secțiunea transversală a șuvoiului de apă pe brazde în amonte și la distanța (x), lungimea maximă a brazdelor și variația debitelor de regim (q_r).

Experimentarea începe când rezerva de apă a solului pe stratul activ se află în apropierea plafonului minim. Deschiderea brazdelor se începe odată cu prelevarea probelor de umiditate.

În ceea ce privește *etapa de prelucrare și interpretare a datelor* obținute din investigațiile efectuate în teren, autorul anterior citat, recomandă, în principal, utilizarea metodelor de analiză statistică și grafoanalitică, care apoi se verifică cu unele rezultate prezentând un mare grad de siguranță (probe de umiditate, de recoltă etc.). După stabilirea debitului maxim neeroziv, se determină lungimea brazdelor de udare și celelalte elemente tehnice caracteristice acestei metode.

Amenajarea interioară a terenului la irigarea pe brazde

În cadrul amenajării interioare privind folosirea metodei de irigare pe brazde, *brazda de udare* reprezintă elementul prin care apa este adusă direct la plantă. Aceasta este alimentată de *rigola de udare*, care la rându-i primește apă din *canalul provizoriu de irigație*. Acesta din urmă se alimentează din ultimul element permanent al rețelei de irigație care poate fi un canal deschis (canal distribuitor de sector), conducta îngropată de ultim ordin (antena) sau un jgheab.

Rețeaua provizorie de irigație, compusă din brazda de udare, rigolă și canalul provizoriu, se amenajează înaintea campaniei de irigat și se nive-

leză la sfârşitul acesteia. La amenajare, în funcţie de panta terenului, se folosesc două scheme: *schema longitudinală* în care din canalul provizoriu apa trece în rigola de udare şi apoi în brazdă şi *schema transversală* în care dispare rigola de udare, trecerea apei făcându-se direct din canalul provizoriu în brazda de udare. La folosirea uneia sau alteia din cele două scheme se are în vedere ca brazda de udare să aibă cel mai convenabil traseu din punct de vedere al pantei şi compoziţiei mecanice a solului.

La stabilirea debitului canalului provizoriu de irigaţie se au în vedere şi lucrările agrotehnice, care se execută în legătură cu irigaţia. Astfel, se ţine seama de faptul că suprafaţa deservită de canalul provizoriu trebuie să fie prelucrată de maşini în curs de 24 de ore şi numai în cazuri excepţionale se poate prelungi până la 48 de ore. Depăşirea acestui timp duce la pierderi mari de apă prin evaporare din sol.

Ca urmare, debitul canalului provizoriu se calculează după formula:

$$Q_{prov} = \frac{m \times \omega_{prov.irig.}}{t \times \eta_c \times \eta_{prov.}}$$

în care:

m este norma de udare a culturii principale din asolament;

$\omega_{prov.\ irig.}$ - suprafaţa deservită de canalul provizoriu de irigaţie (ha);

t - durata timpului de udare în secunde care trebuie pusă de acord cu lucrările mecanizate care se execută după irigat;

η_c - randamentul în câmp;

$\eta_{prov.}$ - randamentul canalului provizoriu.

Debitele transportate de către canalele provizorii variază, în general, între 50 şi 60 l/s.

Debitele rezultate trebuie verificate cu panta canalelor. Astfel, în general, la pante ale canalului de peste 0,007 nu sunt admise debite mai mari de 10 l/s şi nici lungimi de peste 400-500 m.

Pentru calculul distanţei dintre canalele provizorii se foloseşte formula:

$$b = \frac{Q_{cap} \times a}{q_{br} \times n}$$

în care:

b este distanţa dintre canalele provizorii, în m;

a - distanţa dintre axele brazdelor de udare în m;

Q_{cap} - debitul în capul canalului provizoriu;

q_{br} - debitul brazdei de udare în m^3/s;

n- numărul rigolelor care derivă din canalul provizoriu.

$$Q_{cap} = \frac{Q_{cr}}{n-1} \times n$$

Q_{cr} este debitul critic, respectiv debitul de apă la care date fiind dimensiunile secţiunii şi panta longitudinală, nu se produce eroziunea.

De regulă, distanţa între canalele provizorii nu trebuie să fie sub 70 m şi nici mai mare de 200 m.

Suprafaţa deservită de canalul provizoriu ($\omega_{prov.\ irig.}$) se determină cu ajutorul relaţiei:

$$\omega_{prov.\ irig.} = \frac{b \times l \times n}{10000}$$

în care: l este lungimea brazdei de udare.

Lungimea canalului provizoriu ($L_{prov.}$) se stabileşte pe baza relaţiei:

$$L_{prov.} = L_s - l$$

în care: L_s este lungimea laturii sectorului de udare cu care este paralel canalul provizoriu.

În general, lăţimea fâşiei ocupată de canalul provizoriu de irigaţie nu trebuie să depăşească 4 m

Secţiunea canalului provizoriu trebuie să fie astfel proiectată încât să permită a fi traversată de către maşinile agricole după o uşoară nivelare. În acest scop, taluzele exterioare se prevăd a avea înclinări variind între 1:3 şi 1:4. În asemenea condiţii, pentru a nu se pierde din teren, acestea se însămânţează sau se plantează cu culturi de legume.

Rigola de udare folosită, aşa după cum s-a arătat, numai în cazul schemei longitudinale, se caracterizează prin următoarele elemente:

- debitul .....20-40 l/s;
- adâncimea.....30-40 cm;
- lăţimea la fund.....20-30 cm;
- înclinare taluz.....1:1.

Modul de execuţie al canalelor provizorii se face mecanizat, folosind mai multe treceri ale plugului PPC, utilizat şi pentru deschis rigole.

Acesta este format din trupiţa cu două cormane simetrice şi cu cadru fixat la dispozitivul hidraulic al tractorului prin intermediul unei grinzi.

În ceea ce priveşte utilajele de deschidere a brazdelor acestea pot fi constituite fie din corpuri de rariţă montate pe secţiile cultivatoarelor, fie din dispozitive fixate pe o bară rigidă.

Dispozitive şi echipamente utilizate la irigarea prin brazde

Dacă ne referim la evoluţia metodei de irigare prin brazde în ţara noastră, constatăm că în trecut, în ceea ce priveşte dirijarea apei, se utiliza ca

unic instrument sapa, folosită în mod curent şi la alte lucrări în agricultură. Se mai foloseşte, de altfel, şi în prezent pe suprafeţe reduse, la culturile de legume în mod obişnuit.

Odată cu trecerea la amenajări pe suprafeţe mari incluzând şi o gamă largă de culturi de câmp în condiţii de irigaţii s-a trecut la folosirea unor dispozitive şi echipamente care să asigure în primul rând o productivitate cât mai ridicată.

Sifoanele hidrometrice. Printre dispozitivele cele mai simple pentru trecerea apei din rigolă în brazdă şi din canalul provizoriu în rigolă, dar chiar şi din canalul permanent sau jgheab în canalul provizoriu se numără şi aşa-numitele sifoane hidrometrice mobile. Acestea sunt reprezentate, de fapt, de tuburi curbate de dimensiuni diferite, confecţionate în prezent cel mai frecvent din material plastic.

Debitul unui asemenea sifon (q_0) se determină folosind formula:

$$q = \mu \times a_0 \times \sqrt{2gh}$$

în care:

μ reprezintă coeficientul de debit al sifonului sau tubului, în funcţie de diametru, lungime şi formă;

a_0 – secţiunea de curgere;

g – acceleraţia gravitaţiei;

h – sarcina hidraulică de alimentare.

Determinarea se poate face şi direct, prin încercări folosind vase calibrate, aceasta fiind de fapt soluţia cea mai practică şi mai sigură.

Se pot folosi în acest scop grafice şi diagrame care includ relaţia dintre debit, diametru şi coloana de apă, uneori incluzând şi alte elemente utile unor determinări expeditive, care e bine să fie totuşi completate prin investigaţii directe.

Pentru trecerea apei în diferitele elemente de udare se pot folosi şi tuburi confecţionate tot din material plastic, pozate direct în taluz.

Echipamente de udare compuse din conducte mobile, flexibile şi rigide. Îmbunătăţirea procesului de udare prin reducerea substanţială a pierderilor de apă, se poate face prin utilizarea conductelor mobile, atât pentru transportul apei (conducte de transport), cât şi pentru distribuţia apei în brazde (conducte de udare). Pot fi înlocuite astfel rigolele, iar uneori chiar şi canalele provizorii. Aceasta în cazul schemei longitudinale. În cazul schemei transversale, conducta de udare se cuplează direct la ultimul element al reţelei permanente (canal deschis, conductă îngropată sau jgheab).

Dimensionarea conductei de udare (care înlocuieşte rigola) se face în funcţie de debitul maxim necesar a se introduce în brazdele de udare, precum şi în funcţie de numărul de brazde care funcţionează concomitent.

Instalaţia de udare se consideră că funcţionează în condiţii bune atunci când:

$$q_0 = qb_i$$

în care:

q_0 este debitul orificiului din conducta mobilă care alimentează brazda de udare;

qb_i – debitul brazdei de udare.

În ceea ce priveşte *conductele flexibile de udare*, pe baza experimentărilor în teren M. Ionescu (1966) stabileşte că pentru acestea se poate admite o lungime între limitele de 200 şi 400 m. Lungimea acestora este în funcţie de condiţiile locale de pantă, ţinându-se seama să nu se depăşească presiunea admisă pentru tipul de conductă folosit. Partea activă (l_n) este mai scurtă şi coincide cu porţiunea care distribuie uniform debitul în brazdele de udare dispuse la echidistanţa b. Având în vedere considerentele de mai sus, determinarea debitului iniţial (q_i) al conductei de udare se face pe baza relaţiei:

$$q_i = q_0 \times \frac{l_0}{b} = q_0 \times N_0$$

în care:

q_0 este debitul orificiului din conducta mobilă care alimentează brazda de udare;

l_0 - lungimea optimă a brazdei, care asigură o udare uniformă;

N_0 - numărul orificiilor cu funcţionare simultană.

Debitul iniţial corespunde debitului din conducta de udare, înainte de primul orificiu în funcţiune.

Cunoscând particularităţile conductelor flexibile în ceea ce priveşte rezistenţa redusă a materialului din care sunt confecţionate, este necesar ca înainte de folosire să se verifice dacă presiunea aleasă corespunde presiunii admise pentru cazurile date.

Viteza maximă a apei în aceste conducte nu trebuie să depăşească 1,5 m/s, iar pentru dirijarea apei în brazde ca şi pentru a se evita eventuale eroziuni locale este indicat ca duzele să fie continuate cu furtunuri în lungime de cca 1m. Apa poate trece şi direct în furtun, fără intermediul duzei reglabile, cuantificarea debitului făcându-se în acest caz la furtun.

Conducta de transport se dimensionează în raport de numărul conductelor de udare (N), care funcţionează simultan, în funcţie de mărimea debitului iniţial al fiecărei conducte de udare şi de panta terenului pe direcţia conductei de udare, pe baza relaţiei:

$$Q = N \cdot q_i$$

Vitezele maxime în conducta de transport nu trebuie să depăşească 3 m/s.

Îmbinarea conductelor flexibile se face prin introducerea unui tronson în altul, cu o mică depăşire. În punctul de îmbinare, în interior, se introduce un inel metalic, iar deasupra se ataşează un colier metalic. Pentru înlăturarea aluviunilor depuse în conducte se foloseşte spălarea hidraulică. Antrenarea aluviunilor se face în mod obişnuit prin crearea unor viteze mai mari ale apei, evitându-se pe cât posibil şocurile. În cazul folosirii la irigaţii a unor ape bogate în aluviuni, apare necesară reducerea lungimii conductelor.

Pentru a nu se ajunge la situaţii complicate în exploatare, este de dorit ca în cazurile în care apa de irigat are un conţinut ridicat în asemenea suspensii, să se ia încă de la început unele măsuri pentru prevenirea introducerii şi depunerii aluviunilor în conducte.

Din experienţele de la noi din ţară ca şi din străinătate au rezultat o serie de deficienţe în legătură cu utilizarea acestei categorii de conducte la irigat. Aceasta atât în procesul de exploatare propriu-zis, dar chiar şi în ceea ce priveşte depozitarea (atacuri de rozătoare). S-au dovedit mult mai avantajoase conductele rigide, despre care se va vorbi în continuare. Şi în această privinţă, o contribuţie importantă la clarificarea multor aspecte legate de folosirea acestui echipament la irigaţii, în ţara noastră, a avut-o profesorul I. Nicolaescu, prin cercetările efectuate personal, cât şi ca responsabil de teme în cadrul ICITID.

Echipament compus din conducte de aluminiu cu diametrul de 150 mm (simbol EUBA-150). Acest echipament este constituit dintr-o serie de componente pe care le prezentăm în cele ce urmează. Este vorba în primul rând de *tronsonul de transport* în lungime de 6,10 m, prevăzut la o extremitate cu un cap de prindere de tip cuplaj rapid, în al cărui locaş se montează o garnitură pentru etanşare hidraulică, din cauciuc, iar la cealaltă extremitate se află un colier cu care se face cuplarea cu următorul tronson. Are greutatea de 13,5 kg.

Tronsonul de udare, ca şi în cazul conductelor flexibile, este prevăzut cu orificii prin care apa este debitată în brazdele de udare. Aceste orificii sunt reglabile, aranjate pe generatoare, la distanţă egală cu aceea dintre brazdele de udare. Acest tronson se construieşte în mai multe variante în funcţie de numărul şi de distanţa dintre orificii. Orificiile sunt prevăzute cu un dispozitiv (sertar) pentru reglarea debitelor, care se acţionează manual. Ca şi în cazul conductelor flexibile, orificiile sunt continuate de un soi de „mânecuţe" pentru adaptarea jetului de apă la poziţia brazdelor şi pentru disiparea energiei. Acestea sunt detaşabile şi se fixează la tronso-

nul de conductă după reglarea debitelor de apă de la orificii, care este prevăzut, de asemenea, cu unele accesorii cum ar fi vană, branşament mobil, cot, teu şi buşon de capăt. Etanşarea este asigurată la o presiune minimă de 0,3 mca. Acest echipament, ca şi în cazul celui care foloseşte conductele flexibile, se cuplează fie la hidranţii de pe conductele îngropate, fie la agregatele de pompare de joasă presiune (sub 3 daN cm^2). Debitul optim din punct de vedere energetic- funcţional cu care se alimentează o conductă de udare este de 20-25 l/s, şi numai în cazuri excepţionale de 30 l/s. Debitul unui orificiu complet deschis este de cca 1 l/s la o presiune a apei în conductă de 0,10-0,15 mca, putând atinge 3 l/s la o presiune de 1 mca. Din practica irigaţiei pe brazde, folosind conducte cu orificii, a rezultat că se poate obţine o bună uniformitate a distribuţiei debitelor de apă în cazul când pierderea de presiune pe lungimea tronsoanelor cu orificii nu depăşeşte 0,50-0,60 mca. În baza acestei condiţii rezultă că la echipamentul de tip EUBA-150 numărul de tronsoane cu orificii deschise (tronsoane active) trebuie să fie până la 14-15 bucăţi (I. Nicolaescu, 1981).

Dimensionarea setului de udare format din conducte mobile

Suprafaţa deservită de un set reprezintă, de regulă, sectorul de udare, care la rândul său se suprapune pe mărimea unei sole, respectiv 20-60 ha.

În ceea ce priveşte *modul de desfăşurare a procesului de udare* se au în vedere următoarele reguli: conducta de udare ocupă primele poziţii în partea cea mai de jos a sectorului de udare, iar aplicarea udării începe dinspre dopul de capăt către secţiunea de alimentare a conductei de udare. De fapt şi în cazul aplicării mecanizate a conductei de udare pe culoare (folosind remorca RTC sau tractarea longitudinală), poziţiile de lucru ale conductelor de udare se stabilesc astfel încât să se respecte regulile la care anterior s-a făcut referire.

Aplicarea metodei de irigare prin brazde este condiţionată de o nivelare a terenului realizată în cele mai bune condiţiuni.

6.1.2. Metoda de irigare prin aspersiune

Metoda de irigare prin aspersiune, atât pe plan mondial, dar şi la noi în ţară, a apărut mult mai târziu, s-ar putea spune chiar că oarecum relativ recent, comparativ cu altele, cum ar fi, spre exemplu, aceea prin scurgere la suprafaţă, asupra căreia anterior s-a făcut referire. De fapt chiar la începutul secolului precedent, pe suprafeţe de cca 40 milioane de hectare amenajate prin irigaţii se practică în exclusivitate metoda de irigare prin scur-

gere la suprafață. Suprafața amenajată pentru irigații a ajuns la 270 milioane de hectare în a doua jumătate a secolului trecut, dar folosind cu predominanță tot metoda de irigare prin scurgere la suprafață, deși treptat au apărut importante suprafețe pe care se practică irigarea prin aspersiune. Aceasta din urmă a început să se extindă cu rapiditate, în multe cazuri chiar prin transformarea vechilor amenajări așa-zise tradiționale, în altele corespunzătoare noii metode. Printre multiplele avantaje pe care le prezintă metoda de irigare prin aspersiune, este de reținut și posibilitatea aplicării mai cu ușurință a unei game mai largi a mărimii normelor de udare și, implicit, a intensității. Ca urmare, se recomandă utilizarea acesteia mai ales în cazul solurilor foarte permeabile, inclusiv acelora cu textură foarte grea. Se poate folosi, de asemenea, pe terenurile cu relief sau microrelief accidentat sau cu pante mari, cu soluri expuse la tasare. Totodată, prin corelarea intensității cu capacitatea de absorbție, se poate evita mai ușor scurgerea apei la suprafața solului.

Prin aplicarea unor udări cu norme mici se înlesnește germinarea semințelor, contribuind și la îmbunătățirea fertilității solului prin înglobarea în sol a oxigenului și azotului absorbit din aer. Face, de asemenea, posibilă cu mai multă ușurință, administrarea îngrășămintelor și a insecto-fungicidelor. În legătură cu efectul favorabil asupra plantelor, E. G. Petrov (1955) recomandă aspersiunea ca cea mai indicată metodă pentru unele culturi legumicole printre care: ceapa pentru foi, castraveții, varza, salata, ridichile etc. La vița-de-vie, Garofild (1994) constată că în perioadele cu umidități relative ale aerului scăzute (sub 30%), când procesul de maturare a strugurilor se reduce până la întreruperea completă, udarea prin aspersiune cu instalații fixe contribuie la normalizarea acestui proces. Paradoxal poate, dar este totuși o realitate, că cel puțin în condițiile țării noastre, această metodă necesită mai puțină muncă necalificată la aplicarea udărilor, decât cea tradițională (prin scurgere la suprafață). Această metodă prezintă totuși o serie de dezavantaje printre care: consumul ridicat de energie în procesul de aplicare a udării, volumul mare de investiții pentru procurarea instalațiilor și dispozitivelor aferente, consumul mare de metal pe unitatea de suprafață, riscul înfundării dispozitivelor de pulverizare, mai ales în cazul unor ape impure, repartiție neuniformă a ploii în cazul zonelor caracterizate prin vânturi frecvente și puternice în perioada de vegetație etc.

Din întreg ansamblul de părți componente folosite în cazul udării prin aspersiune, *aspersorul* reprezintă piesa cea mai importantă, constituind dis-

pozitivul pentru pulverizarea apei, care este apoi distribuită plantelor şi solului. De fapt, acesta stă la baza principalilor parametri care, de fapt, caracterizează metoda de udare prin aspersiune.

Elementele tehnice ale udării prin aspersiune

Elementele tehnice proprii metodei de irigare prin aspersiune sunt: intensitatea ploii, mărimea picăturilor, uniformitatea ploii şi timpul de udare.

Intensitatea ploii este reprezentată de înălţimea stratului de apă realizat prin aspersiune, în unitatea de timp. Se exprimă în mm/h şi este de trei categorii: orară, medie şi instantanee.

Intensitatea orară (ih) este exprimată de performanţele aspersorului şi se calculează cu ajutorul relaţiei:

$$ih = \frac{100Q}{d_1 \times d_2}(mm/h)$$

în care:

Q este debitul aspersorului în m^3/h;

$d_1 \times d_2$ - suprafaţa udată prin aspersiune, corespunzător schemei de lucru;

d_1 - distanţa între aspersoarele de pe aceeaşi aripă;

d_2 - distanţa dintre aripile de aspersiune.

Intensitatea medie reală (ir) se obţine experimental fiind exprimată în valoarea medie a înălţimii coloanei de apă, colectată în vasele pluviometrice în unitatea de timp:

$$ir = (\frac{\sum h}{n})\ mm/h$$

în care:

Σh este suma înălţimii ploii colectate în vasele pluviometrice amplasate în caroiaj sub aspersoare;

n - numărul vaselor pluviometrice.

Intensitatea instantanee (is) este exprimată convenţional prin înălţimea apei care se înregistrează la fiecare rotaţie a aspersorului şi se obţine folosind formula:

$$is = \frac{1000 \times Q \times t}{3600 \times d_1 \times d_2}\ mm/rot.$$

în care: t este timpul de rotaţie a aspersorului în secunde.

În practică se are în vedere intensitatea rezultată ca urmare a funcţionării aspersoarelor în schemă.

Pentru a fi evitate unele fenomene, cum ar fi cel de stagnare sau de scurgere a apei aspersate, este absolut necesar ca intensitatea ploii să fie pusă de acord cu viteza de infiltraţie a apei în sol. Pentru aceasta, proiectarea

amenajărilor de irigaţie prin aspersiune trebuie să aibă la bază studii bine fundamentate din acest punct de vedere.

Cu caracter orientativ pot fi luate în considerare următoarele intensităţi, în funcţie de natura solului:

Textura solului	Intensitatea
-nisipoasă	20 mm/oră
-nisipo-lutoasă	15 mm/oră
-luto-nisipoasă	12 mm/oră
-lutoasă	10 mm/oră
-argiloasă	5 mm/oră

În funcţie de mărimea pantei, Sakurai şi colab. (1960), recomandă reducerea intensităţii după cum urmează:

Mărimea pantei %	Diminuarea intensităţii
0-5	0
6-8	20
9-12	40
13-20	60
peste 20	70

Mărimea picăturilor caracterizează gradul de fineţe al ploii. Acest al doilea element tehnic al irigării prin aspersiune trebuie tratat cu multă atenţie, atât în funcţie de tipul de sol cât şi de caracteristicile aparatului aerian al diferitelor categorii de culturi, în diferite faze. Problema se pune mai acut la udarea de la plantare când unele plante, mai ales din categoria celor legumicole sunt deosebit de sensibile, de asemenea, şi la udările următoare, până când acestea se fortifică.

Mărimea picăturilor influenţează, de asemenea, şi viteza de infiltraţie. Astfel, pe solurile cu textură grea, spre exemplu, la un diametru de 1 mm, viteza de infiltraţie se reduce cu 10%, în timp ce la 2 mm, în aceeaşi perioadă de timp, are loc o diminuare a vitezei de infiltraţie cu 40%. Ca regulă este bine ca diametrul acestora să nu fie sub 0,45 mm şi nici mai mare de 1 mm. Fineţea ploii poate fi apreciată prin aşa-zisul „indice de putere" (Ip), rezultat din raportul dintre raza de stropire (R) şi presiunea apei la aspersor (H), ambele exprimate în m. Calitatea ploii, în funcţie de acest indice, se caracterizează după cum urmează:

- optimă, pentru Ip.....0,7;
- bună, pentru Ip.....0,7-1,0;
- mediocră, pentru Ip.....1,0-1,2

Tanda, propune un indice K rezultat din raportul dintre diametrul duzei aspersorului (în mm) şi presiunea apei la aspersor în m, după care face şi unele recomandări în funcţie de exigenţele diferitelor categorii de culturi.

Uniformitatea ploii. Jetul de apă care iese din aspersor se pulverizează în aer şi cade pe sol sub formă de ploaie, acoperind la un moment dat o suprafaţă de forma unei elipse alungite, care prin rotire udă întreaga suprafaţa a cercului S cu raza R.

Pentru obţinerea însă a unei uniformităţi optime, în condiţii de calm atmosferic, apare raţional ca în lungul elipsei udate, în secţiune, cantitatea de ploaie să se repartizeze după o suprafaţă cât mai apropiată de forma triunghiulară, cu un maxim de 0,75-0,85 din raza maximă de stropire. Partea descrescătoare a curbei, către extremitatea razei de stropire, reprezintă zona de suprapunere a suprafeţelor udate de cele două aspersoare vecine. Repartiţia crescândă spre extremitatea razei de stropire este necesară, întrucât viteza de stropire a jetului creşte de la aspersor către extremitate, proporţional cu punctul luat în consideraţie. Uniformitatea maximă de udare în cazul unui aspersor care funcţionează izolat, se obţine atunci când se respectă relaţia:

$$\frac{h_1}{R_1} = \frac{h_2}{R_2}$$

în care: h_1 şi h_2 reprezintă înălţimile de ploaie pe unitatea de lungime a jetului de apă, corespunzătoare razelor de stropire R_1 şi R_2.

Practic nu se poate realiza o uniformitate perfectă a repartiţiei ploii datorită următoarelor cauze principale:

- repartiţia înălţimii ploii în lungul razei de stropire, nu se poate realiza după o alură triunghiulară, ci după o curbă, care variază între anumite limite depinzând de presiunea de funcţionare a aspersorului, care nu este riguros egală pentru toate aspersoarele din sistem;
- suprapunerea zonelor udate de aspersoarele vecine, nu se poate face astfel încât să se asigure o compensare reciprocă totală a porţiunilor descrescătoare ale curbelor de repartiţie a ploii în lungul razei de stropire;
- vântul, chiar la viteze relativ mici, are un impact negativ asupra uniformităţii repartiţiei ploii, întrucât deplasează cu uşurinţă perdeaua de ploaie în direcţia de bătaie a acestuia, mărind în felul acesta cantitatea de ploaie pe anumite porţiuni şi micşorând-o pe altele; efectul negativ asupra uniformităţii repartiţiei creşte proporţional cu mărimea vitezei vântului şi a razei de stropire.

Pentru a diminua din efectul vântului, se procedează la mărirea gradului de suprapunere a zonelor udate de către două aspersoare vecine.

În acest fel, în condiții de vânt, distanța dintre aspersoare și, de la caz la caz, dintre aripile de ploaie se micșorează în funcție de viteza și direcția de bătaie a vântului, față de direcția aripilor de ploaie, pe care sunt montate aspersoarele. Distanțele se reduc în medie conform datelor orientative din tabelul 6.1.

Tabelul 6.1

Distanța dintre aspersoare în funcție de vânt

Schema folosită	Viteza vântului m/s	Distanța dintre aspersoare
În pătrat sau în dreptunghi	Fără vânt	65% din diametru
	2	60% din diametru
	3,5	50% din diametru
	> 3,5	30% din diametru
În triunghi	Fără vânt	75% din diametru
	2	70% din diametru
	3,5	60% din diametru
	> 3,5	35% din diametru

În funcție de gradul de acoperire a suprafețelor udate de două aspersoare vecine, se folosesc aspersoarele cu astfel de curbe ale repartiției ploii încât în condiții de vânt să se obțină o uniformitate în schemă cât mai bună.

Asupra uniformității udării mai influențează: panta terenului, înălțimea aspersorului față de nivelul terenului, caracteristicile culturilor irigate, nu însă în aceeași măsură ca vântul.

Criteriile de apreciere a uniformității repartiției ploii pe terenul irigat nu sunt aceleași. În decursul timpului au fost folosite numai metode care exprimă cifric gradul de uniformitate a udării. În cadrul acestor metode se prelucrează, cu ajutorul unor formule, înălțimile coloanei de apă căzute în diverse puncte ale suprafeței irigate, măsurate în pluviometre. O metodă răspândită făcând parte din această grupă este aceea a lui Christiansen, cu ajutorul căreia se determină coeficientul de uniformitate (Cu):

$$Cu = 100\left[1-\frac{\Sigma(x)}{m\times n}\right]$$

în care:

x este diferența între înălțimile coloanei de apă măsurate în fiecare pluviometru și ploaia medie;

m – înălțimea medie a coloanei de apă măsurată în pluviometre;

n – numărul pluviometrelor.

Coeficientul de uniformitate după Christiansen se consideră satisfăcător pentru valori de 80-85% și nesatisfăcător atunci când coboară sub 75%.

Unele metode de apreciere a uniformității repartiției ploii se bazează pe luarea în considerație a suprafețelor udate care îndeplinesc condițiile de calitate impuse (de exemplu care nu depășesc cu mai mult de ± 10% ploaie medie) și nu pe puncte pluviometrice care se consideră că nu ar caracteriza suficient de bine calitatea udării.

Timpul de udare (T) face parte, de asemenea, din principalele elemente tehnice ale metodei de irigare prin aspersiune. Mai este cunoscut și sub denumirea de durata udării și se calculează cu ajutorul relației:

$$T = \frac{m}{10 \times i_r} \text{ (ore)}$$

în care:

i_r este intensitatea medie orară, în mm/oră;

m – norma de udare netă, în m^3/ha.

Pentru stabilirea rapidă a duratei udării într-o poziție de lucru se pot utiliza nomograme întocmite în acest scop pentru diferitele tipuri de aspersoare și scheme de lucru.

După cum s-a văzut, în caracterizarea elementelor tehnice ale metodei de irigare prin aspersiune, s-a pornit de la dispozitivul primar, și anume „aspersorul", de care sunt legate nemijlocit elementele tehnice menționate, care, în final, luate în totalitate, contribuie la definirea acestei metode de irigare. Constituie, de fapt, piesa activă cea mai importantă care condiționează așa după cum s-a văzut până la urmă, calitatea udării. Pe plan mondial există o gamă largă de tipuri de aspersoare, confecționate din diferite materiale: aluminiu, oțel, materiale plastice etc. Sunt construite astfel pentru a răspunde la numeroase cerințe în legătură cu solul, plantele irigate etc. Numărul și diversitatea mare a tipurilor acestor dispozitive pentru pulverizarea apei de irigație, a condus la clasificarea acestora pe baza unor multiple criterii. Nu există în literatura de specialitate un criteriu unic de clasificare, eventual de grupare a aspersoarelor.

În lucrarea „Irigația prin aspersiune", E. Laşiță și N. Grumeza (1967) iau în considerare clasificarea folosită în Italia, care are în vedere o serie de criterii cum ar fi: după mijlocul de aspersare (aspersoare, tuburi-aspersoare), după presiune (începând cu joasă și terminând cu înaltă), după intensitatea ploii (mică, medie, mare), după rază (de asemenea, de diferite mărimi), după modul de acționare a aspersorului (cu turbină externă sau internă, cu reacție internă sau externă, cu vid, cu propulsie, cu elice etc.), după duză (cu duză unică, cu duze multiple separate, cu duze interferate) și mai pot fi și altele. Aspectele menționate privesc uniformitatea repartiției, intensitatea și finețea ploii, evidențiind cantitativ și calitativ irigarea prin această metodă.

Aspersoarele rotative pot avea unul sau mai multe jeturi, putând fi situate pe aceeași direcție sau pe direcții opuse. De regulă, aspersoarele mici au un singur jet, în timp ce aspersoarele medii sau mari posedă câte două jeturi, uneori chiar mai multe. În cazul aspersoarelor dispunând de mai multe jeturi este indicat ca așezarea acestora să se facă în poziții opuse, aceasta pentru a echilibra modul de funcționare și pentru a reduce cantitățile de ploaie, care cad instantaneu pe o anumită suprafață.

În țara noastră cele mai răspândite tipuri de aspersoare de producție internă sunt: AJR-1, ASJ-1M, ASM_2, ASM_2-M; mai sunt și altele, mai puțin răspândite. Acestea diferă între ele prin diferite duze constructive și diferite presiuni de funcționare. Principalele caracteristici constructive și funcționale sunt cuprinse în prospectele firmelor constructoare. O importantă contribuție în realizarea unor noi tipuri constructive, mai performante funcțional, a adus-o dr. ing. Ioan Șerbu, printr-o serie de invenții și inovații realizate în cadrul ICITID Băneasa-Giurgiu.

Dispozitivele de pulverizarea apei sub presiune (aspersoarele), sunt amplasate pe aripa de aspersiune, care este racordată fie la antenă (ultima ramificație din rețeaua de irigație formată din conducte îngropate), prin intermediul unui hidrant, fie la un agregat de aspersiune. Traseul apei de irigat până la aspersor, în primul caz, se face după următoarea schemă: stație de pompare pentru punere sub presiune→ conducta principală → conducte secundare → antene → aripa de aspersiune → aspersoare. Conductele principale cele secundare și antenele, sunt îngropate și sunt confecționate, de regulă, din beton precomprimat (primele) sau din azbociment celelalte. Tot la noi în țară, în anumite cazuri, cum a fost și cel al sistemului de irigații Sadova-Corabia, s-au folosit conducte din material plastic (PVC), de fabricație englezească.

În cel de-al doilea caz, traseul apei este următorul: agregatul de pompare → aripa de aspersiune → aspersor. În unele cazuri se utilizează și conducte de legătură.

Este de reținut faptul că în cazul metodei de irigare prin aspersiune, aripa de aspersiune (de udare), împreună cu aspersoarele aferente, reprezintă, de fapt, partea cea mai importantă a unei instalații sau a unui agregat de aspersiune, care prin modul de asamblare contribuie și la definirea destinației și tipului de instalație (echipament).

Tipuri de aripi de aspersiune

În cadrul sistemelor de irigații din țara noastră se utilizează (în cea mai mare măsură) aripi cu mutare manuală, la care se face referire în cele ce urmează.

Aripa de aspersiune IIA, cu mutare manuală. Conductele mobile constituente ale acestui tip de aripă sunt formate în mod obişnuit din tronsoane de 6 m, prevăzute la capete cu dispozitive de cuplare rapidă. Sunt confecţionate din tablă subţire de oţel (0,8-1,5 mm), cu sudură longitudinală, protejate la interior şi exterior, de regulă, prin zincare la cald. Protecţia este, de asemenea, asigurată suplimentar prin bituminare. Marea majoritate a amenajărilor de irigaţii de la noi din ţară au fost prevăzute însă cu conducte din aluminiu. Acestea au marele avantaj că sunt cu mult mai uşoare. În multe ţări din lume se utilizează în acest scop conducte din mase plastice (PVC sau polietilenă). Conductele mobile utilizate în mod curent la aspersiune au diametre cuprinse între 50 şi 150 mm (2″ –6″), şi anume: cele până la 100 mm pentru aripile de ploaie propriu-zise, iar cele peste 100 mm, pentru a asigura legătura între aripile de ploaie şi sursă. Acest tip de aripă dispune şi de ramificaţii flexibile (RTF-25) formate din furtunuri laterale din material plastic, cu diametrul de 25 mm, montate la un capăt la priza de pe conductă, iar la celălalt, la prelungitorul aspersorului susţinut de trepied.

Aripa de aspersiune IIAM pentru aspersoarele ASM-1 şi ASM 2M cu prelungitoare la aspersor cu diametrul de 40 mm susţinute de trepied.

Aripa de irigare prin aspersiune tractată longitudinal (IATL 400/101 şi IATL 400/127) au lungimi de 400 m. La prima se utilizează aspersorul ASJ_1-M, iar la a doua tipul de aspersor ASM-1, tractarea făcându-se cu ajutorul tractorului, aripile fiind montate pe un cărucior pe două roţi.

Atât aripa IIA cât şi IIA-RTF –25 şi IIAM pot fi cuplate atât la hidranţi cât şi la agregatele de pompare tractate de tip APT 50/60 sau APT 50/60 M, prevăzute cu motor Diesel D-110 cu putere nominală de 650 CP şi turaţia de 1800 rotaţii pe minut. La acest agregat pompa este de tipul AS-125 centrifugă, monoetajată, având un debit de 50 l/s şi o înălţime de pompare de 60 mCA. De fapt se pot monta şi la alte tipuri de agregate de pompare, eventual cu unele adaptări.

Suprafaţa irigată de o aripă de aspersiune:

- într-o poziţie de lucru (s), se determină cu ajutorul relaţiei:

$$s = \frac{Lu \times d_2}{10^4} \text{ (ha)}$$

- într-un sezon de irigaţie:

$$S = s \times T \times n \text{ (ha)}$$

în care:

Lu este lungimea de udare a aripii de aspersiune, în m;

d_2 – distanța dintre pozițiile succesive ale aripilor de udare, în m;

T – timpul de revenire sau intervalul dintre două udări în zile;

n – numărul de mutări în 24 ore, care rezultă din:

$$n = \frac{24}{t + t_1 + t_2}$$

în care:

t este timpul de udare într-o poziție, în ore;

t_1 – timpul de zvântare la mutarea manuală sau timpul de golire la mutarea mecanizată, în ore (0,5-1 oră);

t_2 – timpul de mutare manuală sau mecanizată (1-2 ore în primul caz și până la 15 minute în cel de al doilea caz).

Clasificarea instalațiilor de aspersiune, mutate mecanizat

E. Cazacu și colab. (1989) diferențiază două grupe de instalații, pornind de la criteriul care ține seama de modul în care se aplică udarea: staționar sau în mișcare, după cum urmează:

A) Instalații de aspersiune staționare pe durata udării;

B) Instalații de aspersiune în mișcare pe durata udării.

Din grupa A fac parte:

1. Instalații de aspersiune cu cărucioare sau cărucioare în alternanță cu stabilizatoare sau tălpice, tractate longitudinal (IATL).

2. Instalații de aspersiune autodeplasabile transversal, pentru culturi cu talie joasă (IAT –300);

3. Instalații de aspersiune autodeplasabile transversal pentru culturi cu talie înaltă (IADF);

4. Instalații de aspersiune remorcate după udare (tipurile: Schelbusch din Germania, Sigma din Cehoslovacia etc.).

5. Instalații cu aspersor gigant (tipurile: Robot Rain din SUA, Irrifrance din Franța etc.);

Din grupa B fac parte:

1. Instalații de aspersiune autodeplasabile în consolă (tipurile Vermeer, Miller etc. în SUA, Bancilhon, Perrotfrance în Franța etc.).

2. Instalații de aspersiune autodeplasabile cu pivot central (IAP – 400);

3. Instalații de aspersiune autodeplasabile transversal (de tipurile: Square Matic, Zimmatic în SUA, DDA-100M în fosta URSS etc);

4. Instalațiile cu aspersor mare și tambur cu furtun (IATF).

Tipurile de instalații notate separat în paranteză sunt cele fabricate la noi, având corespondența unora din alte țări.

Indicii calitativi ai udării sunt superiori la instalațiile în cadrul cărora udarea se aplică în mișcare, față de cei ai instalațiilor la care udarea se aplică staționar.

Facem mențiunea că marea majoritate a instalațiilor, atât din grupa A, cât și B, se află și în prezent într-un continuu proces de diversificare, tinzând către modificării constructive în vederea îmbunătățirii performanțelor cu reflectare în calitatea udării, productivitatea muncii, lărgirea spectrului de aplicabilitate în ceea ce privește condițiile naturale cât și domeniile. În acest context, cu importante contribuții a venit dr. ing. Gh. Cruțu de la ICITID. Astfel, în scopul folosirii irigării prin aspersiune cu apă convențional curată a tuturor culturilor agricole, mai ales ale celor cu talie înaltă, a fost concepută de către autorul menționat în colaborare cu specialiști atât de la ICITID cât și de la ICSITMUA, instalația de udare cu tambur și furtun de tip IATF, acționată cu burduf. Aceasta poate fi folosită în două variante de lungime a furtunului, 300 și, respectiv, 400 m (Gh. Cruțu și colab, 1990). Este în agregat cu tractorul de 650 CP și se deplasează pe un drum special amenajat pe linia antenei, la unul din hidranți. De aici poate deservi două poziții de udare situate la 180^0, una față de alta. Instalația staționează până la sosirea echipei de deservire, care închide vana hidrant, suspendă căruciorul portaspersoare pe picioarele de sprijin și decuplează furtunul de alimentare.

Această instalație aplică udările în benzi (fâșii) cu lungimea de 306 m și lățimea de 45 m. Funcționează la o presiune de 4,5-5,0 bar, având o productivitate de 19,5-24,5 hectare pe fiecare instalație, cu o normă de udare de 600 m^3/ha, în funcție de duzele utilizate de aspersor. În exploatare, o echipă de 2 muncitori poate deservi 12 instalații, cu o productivitate a muncii la aplicarea udărilor de până la 119 ha/muncitor. Are și avantajul reducerii consumului de aluminiu comparativ cu alte tipuri asemănătoare.

O altă contribuție în legătură cu instalația de aspersiune de tip IATF, o aduce de asemenea Gh. Cruțu (1997) cu privire la lărgirea paletei de utilizare a acestui tip de instalație. Aceasta în cadrul cercetărilor privind teza de doctorat, în care prezintă o adaptare a instalației de tip IATF pentru folosirea la irigat a apelor reziduale provenind de la complexele zootehnice de taurine. Este vorba de procedeul denumit „fertirigare" prin care odată cu apa de irigat se introduc în sol importante cantități de elemente chimice fertilizante. Contribuția cea mai importantă a autorului anterior menționat, a constat în introducerea la instalația de udare a unei turbine de

tip Pelton, evident şi cu adaptările necesare. Astfel, respectând cerinţele de funcţionare în exploatare în legătură şi cu cele agrotehnice, la ICITID s-a construit o turbină cu dimensiuni reduse care a fost experimentată în trei variante: cu apă uzată, decantată de la taurine, nediluată şi diluată în diferite proporţii. Autorul a elaborat şi o tehnologie de exploatare a instalaţiilor cu tambur şi furtun, folosind ape uzate din zootehnie (de la taurine), prin realizarea unui coeficient de siguranţă în procesul de udare de 0,95.

6.1.3. Metoda de irigare prin inundare (submersiune)

Metoda de irigare prin inundare se practică la noi în ţară pe suprafeţe restrânse, numai în cultura orezului. Constă în menţinerea apei deasupra nivelului solului, la diferite înălţimi, în funcţie de cerinţele plantei în diferite faze de vegetaţie. Aplicarea acestei metode este legată de anumite condiţii, care trebuie avute în vedere încă de la alegerea terenului. Întrucât acesta trebuie să fie perfect nivelat, trebuie evitate cu desăvârşire terenurile cu microrelief accidentat, care reclamă mari deplasări de terasamente pentru efectuarea acestei operaţii (nivelare). Se evită, de asemenea, terenurile cu pante mari sau cu permeabilitate ridicată.

Aplicarea udării. În cultura orezului aceasta are o semnificaţie mai complexă decât în cazul celorlalte culturi. Astfel, prin această operaţie se urmăreşte, pe de o parte, satisfacerea cerinţelor culturii faţă de apă, iar, pe de altă parte, aprovizionarea plantelor cu oxigen şi cu căldură mai ales în primele faze de vegetaţie. Atenţia cea mai mare trebuie acordată mai ales în perioadele reprezentând fazele de germinaţie şi răsărire. În continuare de la răsărit, la înfrăţire, menţinerea unui strat subţire de apă are menirea de a asigura pe lângă nutriţie o oxigenare şi încălzirea solului, dar şi prevenirea, respectiv combaterea infestării culturii cu buruieni. Albescu şi Luca (1967) recomandă două procedee de administrare a apei de irigat. Astfel, la *însămânţarea în apă*, apa introdusă sub forma unui strat mic trebuie să se infiltreze în sol în 8-10 zile, în aşa fel, încât în momentul începerii răsăririi, când se diferenţiază prima frunză, terenul să se afle în stare de puternică umectare. Este foarte important ca în perioada răsăririi plantelor să nu existe apă stagnată în parcele; dacă nu a dispărut prin infiltraţie, se procedează la evacuarea acesteia. După înrădăcinare, perioadă care durează 5-7 zile în condiţiile ţării noastre, se introduce din nou apă în parcele, treptat, avându-se în vedere ca 1/3 din înălţimea plantelor să rămână în afara stratului de apă. În timpul înrădăcinării, menţinerea unui strat constant de apă prezintă o importanţă

deosebită, ţinând seama că fluctuaţiile din acest punct de vedere, au ca urmare debilitarea plantelor şi prelungirea perioadei de înrădăcinare. În continuare, până la înfrăţire se recomandă ca stratul de apă să se menţină la o înălţime de 10-15 cm. Diminuarea înălţimii stratului de apă sau eliminarea totală a acestuia se face numai în cazul aplicării unor măsuri de combatere a buruienilor sau a dăunătorilor. La introducerea apei se au în vedere şi cantităţile care se pierd prin infiltraţii. În timpul înfrăţirii, grosimea stratului de apă, se reduce la 3-5 cm pentru a crea acces luminii şi căldurii la nodul de înfrăţire. În felul acesta se creează premisa pentru o bună uniformitate a creşterii plantelor şi a coacerii. După înfrăţire, grosimea stratului de apă se aduce treptat până la înălţimea de 15 cm, menţinându-se astfel constant până la faza de înspicare-înflorire, când se ridică la 20 cm. Această înălţime a apei protejează plantele împotriva oscilaţiilor mari de temperatură, care le dăunează.

În perioada formării bobului, stratul de apă se coboară la 15 cm, menţinându-se astfel constant până la aplecarea vârfurilor paniculelor, după care coboară treptat, eliminându-se în întregime, în perioada coacerii complete.

În cazul *însămânţării în uscat*, solul se umezeşte din abundenţă, prin introducerea unui strat de apă de 5 - 10 cm care urmează să se infiltreze în 2-3 zile. Dacă uscarea solului după udare evoluează rapid, se efectuează o uşoară umezire. În această perioadă solul se menţine într-o permanentă stare de umiditate, până plantele ajung la 3 frunze. Din acest moment se începe alimentarea cu apă, procesul continuând asemănător cu cel descris în cazul însămânţării în apă.

Debitul de apă necesar umplerii parcelelor (q_u) se stabileşte cu ajutorul următoarei formule:

$$q_u = 100\,000\frac{h}{t} + P_1 + P_2$$

în care:

q_u este debitul pentru umplere, în l/s/ha;

100 000 - coeficientul de transformare a înălţimii în volum de apă la hectar (1 cm = 100 m^3/ha = 100 000 l/ha);

h - înălţimea stratului de apă în cm;

t - durata umplerii parcelei în secunde;

P_1 - pierderile de apă prin evaporaţie la suprafaţa stratului de apă în l/s/ha;

P_2 - pierderile de apă prin infiltraţii în sol în l/s/ha.

Pierderile de apă prin evaporaţie variază, în general, între 0,2 şi 0,4 l/s/ha în funcţie de condiţiile climatice, iar cele prin infiltraţii, între 0,1 şi 1 l/s/ha în funcţie de permeabilitatea solului.

Debitul de apă pentru menţinerea stratului de apă sau *debitul de primenire* (q_p) variază mult în perioada de vegetaţie în funcţie de regimul climatic, starea de vegetaţie a plantei etc.

Un factor important care condiţionează mărimea acestui debit este permeabilitatea solului. Ca valori medii, cu caracter orientativ, pot fi luate în consideraţie următoarele date: 1,5 – 2,5 l/s/ha pe solurile grele şi 2,5 – 5 l/s/ha pe solurile cu permeabilitate mijlocie şi mijlocie către mare.

Debitul de evacuare a stratului de apă din parcele (q_{ev}) se stabileşte conform relaţiei de calcul:

$$q_{ev} = 100\,000 \frac{h}{t}$$

în care:

h este înălţimea stratului de apă în cm, în momentul când se începe evacuarea;

t - durata evacuării în secunde.

Modul de amenajare a terenului. Amenajarea terenului în cazul irigării prin submersiune prezintă anumite particularităţi specifice metodei. Astfel, pentru asigurarea unui strat de apă conform cerinţelor plantei, este necesar înainte de toate să se execute o nivelare perfectă a terenului, aşa cum de altfel s-a menţionat şi anterior. Pentru menţinerea nivelului apei la o anumită înălţime, se amenajează digulețe, delimitând parcele de dimensiuni diferite, în funcţie de condiţiile orografice şi de microrelief ale terenului. În legătură şi cu asigurarea unei exploatări raţionale este indicat ca mărimea acestor parcele să nu depăşească în mod obişnuit 2 hectare şi nici să fie mai mici de 0,5 ha. Pentru alimentarea cu apă şi evacuarea acesteia se execută canale conform aceloraşi prescripţii ca şi în cazul irigării prin scurgere la suprafaţă, cu unele adaptări potrivit particularităţilor metodei. Digulețele de compartimentare ale parcelelor au o înălţime de 40 – 50 cm şi lăţimea la coronament de 30 – 50 cm. Pentru a nu fi un obstacol pentru lucrările mecanizate, acestea se execută cu o înclinare mare a taluzului (1: 2,5 – 1: 4). Calculul nivelării parcelelor se efectuează pornind de la o cotă medie, care se stabileşte pe baza cotelor caroiajului de puncte, nivelitice din planul topografic, întocmit în acest scop. Cota medie de nivelare se stabileşte după ce se cunoaşte şi volumul de terasamente care urmează a fi preluate, de asemenea, din cadrul parcelelor.

În acest calcul se ţine seama şi de pământul rezultat din canalele de evacuare. Sarcina parcelei reduce, de regulă, cota medie provizorie cu 2-5 cm. Ca şi în cazul culturilor de câmp, sunt necesare şi nivelări de exploatare care se execută anual cu dispozitive de nivelare, simple.

Foarte important este faptul că la alegerea terenului să se aibă în vedere mai mult ca în cazul celorlalte metode de irigare, influența asupra mediului înconjurător, asupra solului și a situației hidrogeologice în mod special. Aceasta având în vedere în mod deosebit pierderile de apă care se produc prin infiltrații, specifice acestei metode.

6.1.4. Metoda de irigare localizată

Metoda de irigare localizată se caracterizează, în principal, prin aceea că udările care se aplică nu acoperă întreaga suprafață pe care sunt amplasate culturile. Irigarea se face localizat (de unde vine și denumirea metodei), de-a lungul rândurilor de plante, o mare parte din spațiile dintre rânduri rămânând în afară, mai ales în cadrul plantațiilor de vii și pomi, cărora se adresează în mod deosebit această metodă. În cadrul acestei metode sunt cunoscute trei procedee: prin picurare, prin rampe perforate și subteran. Irigarea localizată a câștigat teren în ultima vreme în multe țări ale lumii datorită unor avantaje care o caracterizează și prin care se distinge ca fiind net superioară metodelor de irigare de largă răspândire (scurgerea la suprafață și aspersiunea). Printre aceste avantaje menționăm:

- folosirea mai rațională a apei de irigat, cu importante economii, datorită reducerii pierderilor prin evaporație, îmbunătățirii infiltrației apei în sol, umezirii numai a unei părți din suprafața amenajată, precum și distribuirii uniforme de-a lungul rândurilor de plante;
- intervalul dintre rânduri nefiind umezit (în cazul culturilor cu mare distanță de plantare), permite libera trecere a utilajelor pentru lucrările de întreținere, fără a provoca tasarea solului; permite, de asemenea, efectuarea și a unor lucrări, cum ar fi: rărit, recoltat etc., chiar în timpul aplicării udării;
- se reduc tratamentele pentru combaterea buruienilor;
- nu necesită lucrări de nivelare și modelare a terenului;
- conduce la economie de forță de muncă (sistemul de irigație fiind fix în ce privește toate componentele);
- contribuie în unele cazuri la îmbunătățirea calității producțiilor și la obținerea unor recolte timpurii;
- necesită un consum mai redus de energie în exploatare comparativ cu aspersiunea;
- instalațiile de udare pot fi mai ușor adaptate pentru a fi utilizate la aplicarea substanțelor fertilizante și a tratamentelor fitosanitare;
- se poate folosi la irigarea unor terenuri improprii altor metode de irigare: cu pante mari, expuse la alunecare, cu textură foarte grea sau foarte ușoară (nisipuri), cu soluri foarte subțiri etc.

Această metodă poate crea, teoretic, cele mai bune condiţii de umiditate şi, respectiv, de fertilitate a solurilor, având în vedere posibilitatea aplicării udărilor cu o asemenea frecvenţă încât să permită înlocuirea imediată a ceea ce plantele consumă la intervale scurte.

Metoda de irigare localizată, prezintă însă şi unele dezavantaje deloc de neglijat, printre care cele mai importante ar fi: volumul de investiţii mai ridicat comparativ cu celelalte metode, consum mare de materiale plastice care conţin şi o mare cantitate de energie înglobată în procesul de fabricaţie, pericolul înfundării picurătoarelor şi a altor dispozitive (orificii) de debitare a apei în sol-defecţiuni cu implicaţii în procesul de exploatare.

Această metodă de irigare, după cum s-a mai menţionat şi anterior, la noi în ţară, nu a depăşit încă stadiul experimental, de aceea în cele ce urmează se prezintă rezultatele obţinute din experienţele efectuate pe nisipuri în Staţiunea Centrală de Cercetări pentru Cultura Plantelor pe Nisipuri (SCCCPN) Dăbuleni, începând din 1970 (N. Grumeza, 2000).

Au fost prezentate aceste rezultate pentru exemplificare, având în vedere pretabilitatea, respectiv fezabilitatea acestei metode de irigare în plantaţiile de vii şi pomi pe nisipuri.

Rezultate experimentale importante privind irigarea localizată în România au mai fost obţinute de O. Drăgănescu, C. Nicolescu, P. Ploae etc.

6.1.5. Unele probleme privind folosirea metodelor de irigare prin aspersiune şi localizate în plantaţiile de vii şi pomi de pe nisipurile din sudul Olteniei

S-a considerat important a se trata irigarea viilor şi pomilor pe nisipuri şi soluri nisipoase, având în vedere eficienţa folosirii unor asemenea terenuri, în acest scop.

Câteva consideraţii generale privind originea şi caracterizarea nisipurilor şi solurilor nisipoase

Sub raportul folosinţelor agricole, după opinia unor specialişti în domeniu (M. Parichi şi C. Oancea, 1984), nisipurile reprezintă o rocă şi nu un sol, alcătuită, în general, din particule de quarţ, rezistente la alterare, sau din particule ale mineralelor în curs de alterare (mică albă, feldspati, carbonat de calciu etc.) lipsite de humus. De regulă, acestea nu prezintă coeziune, aderenţă şi nu au capacitate de reţinere a apei şi a substanţelor nutritive. Diferenţierea faţă de nisipuri a solurilor nisipoase constă, în principal, în aceea că acestea din urmă se caracterizează printr-un orizont de

acumulare a humusului şi unele însuşiri fizice şi chimice mai deosebite şi, implicit, printr-un potenţial productiv mai ridicat. După aceiaşi autori, nisipurile şi solurile nisipoase aflate pe teritoriul ţării noastre ocupă o suprafaţă de cca 440.000 ha din care cca 170.000 ha în Câmpia Olteniei. Din aceste 170.000 ha, cca 100.000 ha sunt situate în stânga Jiului, respectiv în Câmpia Română. Se pare că în suprafaţa menţionată de cca 440.000 ha, s-ar include şi nisipurile din albiile minore şi majore ale apelor curgătoare, astfel încât suprafaţa cu nisipuri şi soluri nisipoase din România ar trebui reconsiderată ţinându-se seama de această situaţie.

După Michel Ionesco Balea (1923), originea nisipului, care în Câmpia Olteniei este purtat de vânt pentru a forma în cele din urmă dunele, se află în *Carpaţii Getici*, care au furnizat aproape toate elementele constituente ale acestora. Dacă formarea dunelor Olteniei este opera vântului, lucrarea a fost anterior pregătită de acţiunea apelor Dunării şi, mai ales, a afluenţilor săi. Eroziunea actuală a fluviului se produce numai pe porţiunile unde curentul este foarte rapid şi unde, ca urmare a durităţii rocilor, profilul de echilibru nu a fost încă atins. O mare parte din eroziune este localizată pe porţiunea torenţială a Porţilor de Fier, în defileul în formă de V. În partea cu fund plat predomină acţiunea de transport, iar aluvionarea se produce imediat de la ieşirea de la Porţile de Fier. O parte a aluviunilor Dunării sunt transportate de vânt în timpul verii după retragerea apelor

Aluviunile provenite din cursul superior al Dunării s-au depozitat în cea mai mare parte din cauza orizontalităţii profilului acestora în Câmpia Ungară, înainte de Porţile de Fier. După opinia autorului anterior menţionat, în Câmpia Română, aluviunile depuse nu pot proveni decât din defileu şi depozitele pliocene şi quaternare preluate de Dunăre şi afluenţii acesteia.

La începutul quaternalului, Dunărea, ieşind prin Porţile de Fier, a traversat Oltenia de la Turnu Severin la Cetate şi de aici, mergând direct, a reunit albia ei actuală de partea cealaltă a oraşului Corabia. Prin mutările succesive ale albiei, Dunărea a străbătut astfel un teritoriu mult mai întins decât valea pe care o ocupă în prezent. Această veche vale este presărată cu dune, lacuri şi alte urme ale vechii treceri a Dunării către Marea Neagră.

Nisipul Olteniei este compus aproape în exclusivitate din grăunţi de quarţ, după cum a rezultat şi din cele prezentate, care conţine acest mineral împreună cu alte elemente rezistente la acţiunea apei (roci eruptive sau sedimentare). Se evidenţiază în primul rând rocile eruptive acide (cu mult quarţ şi feldspat) şi apoi şisturile cristaline. Se constată în Carpaţii Getici ai Olteniei şi Banatului că eroziunea apelor a pătruns adânc în masiv, ridi-

când aproape în întregime stratul adus (Parâng, Retezat şi o parte din Podişul înalt al Mehedinţilor). Eroziunea a pătruns apoi în rocile masivului autohton, cum ar fi spre exemplu Valea Jiului şi Porţile de Fier.

M. Murgoci, citat de Michel Ionesco Balea, evaluează grosimea masei transportate erodate la 3-4 km cel puţin şi dacă se socoteşte încă eroziunea autohtonă, ne putem face o idee despre imensa masă a materialelor antrenate de torentele Carpaţilor Getici ai Olteniei şi Banatului. O mare parte a masei transportate fiind constituită din şisturi cristaline, apare evident că cea mai mare parte a depozitelor de quarţ terţiar ale Olteniei, reprezintă reziduul de dezagregare şi descompunere latentă, ale acestei imense mase de reacoperire.

• În ceea ce priveşte **originea materialelor dunelor,** Dunărea nu atinge masivul granitic decât pe o mică întindere în amonte de Orşova. În schimb, toţi afluenţii, pe care îi primeşte această regiune, transportă materialele pe care le-au ridicat de pe unde au trecut.

Dunele se extind în regiunea din sudul Olteniei şi ocupă tot terenul nisipos cuprins între coturile pe care Dunărea le face între Turnu Severin şi Corabia pe o lungime de cca 175 km în linie dreaptă şi o lăţime de peste 30 km.

Dunele mobile se extind parcurgând două direcţii: aceea a vântului dominant, aproximativ de la vest la est, pe de o parte, şi de-a lungul Dunării, pe de altă parte.

Aluviunile nisipoase sapă malul bulgăresc şi se acumulează treptat pe malul românesc dând naştere depozitelor cele mai favorabile formării dunelor.

Viteza Dunării este relativ mică în Câmpia Olteniei, fapt care are ca urmare formarea dunelor care se amplifică continuu.

• **Proprietăţile chimice ale nisipurilor şi solurilor nisipoase.** După I. Maxim (1972), care a efectuat studii şi cercetări riguroase pe nisipurile din stânga Jiului, acestea prezintă proprietăţi chimice complet deosebite faţă de solurile zonale din regiune. Relaţiile cu apa şi cu aerul caracterizate printr-un mediu aerob accentuat şi printr-un curent descendent al apei susţinut, influenţează atât formarea şi acumularea componentului organic cât şi reacţia rezervelor naturale de elemente nutritive.

Cantitatea de humus nu depăşeşte decât în rare cazuri 1,5 % şi aceasta mai mult în interdune. De regulă este mult sub această limită, spre deosebire de solurile zonale învecinate la care această cantitate se situează în jur de 3%. Variaţia humusului pe verticală pune în evidenţă o scădere a

acestuia în adâncime, uneori cu cantităţi care depăşesc 50%. Excepţie fac solurile îngropate, ca şi orizonturile gleizate, unde cantitatea de humus prezintă o uşoară creştere comparativ cu orizontul superior.

• În ceea ce priveşte **reacţia solurilor nisipoase,** exprimate în valori pH, aceasta variază la suprafaţă între 5 şi 6,65 în extract apos. Faţă de solurile zonale din regiune, reacţia solurilor nisipoase este, în general, mai acidă, respectiv cu o valoare mai redusă a pH. Cu unele excepţii, cum ar fi şi nisipurile din zona Malu Mare, solurile nisipoase de pe terasele Jiului au, în general, o reacţie relativ mai acidă decât cele situate pe terasele Dunării.

În ceea ce priveşte conţinutul în elemente nutritive, dacă ne referim la solurile nisipoase din stânga Jiului, acestea sunt foarte sărace în azot. Sunt însă mediu aprovizionate cu fosfor şi potasiu. De altfel, situaţia nu este mult diferită în ceea ce priveşte solurile nisipoase de pe terasele Dunării. În orizontul de la suprafaţă, cantitatea de azot este de 0,02-0,08%. Aceeaşi situaţie se menţine până la adâncimea de aproximativ 30-40 cm, după care cantitatea de azot scade brusc până la dispariţia totală.

Dacă ne referim la variaţia substanţelor nutritive pe forme de relief, se constată, de cele mai multe ori, după cum e şi de prevăzut, un conţinut mai mare al acestora în interdune faţă de dune.

• **Principalii indici hidrofizici.** Cercetările lui I. Maxim pun în evidenţă marea asemănare a proprietăţilor fizico-mecanice ale nisipurilor de pe terasele Dunării şi Jiului. În general nu se constată diferenţe esenţiale între cele două situaţii. În cea mai mare parte a cazurilor, rezultatele indică pentru **coeficientul de higroscopicitate (Ch)** valori cuprinse între 0,5 şi 1,5 %. Foarte rar atinge valori apropiate de 2% şi aceasta numai în anumite interdune. Se constată o corelaţie foarte evidentă între coeficientul de higroscopicitate şi conţinutul de argilă fizică.

Formula uzuală folosită în practică pentru calculul indirect al **coeficientului de ofilire** (Co) este după cum se ştie, înmulţirea coeficientului de higroscopicitate cu factorul 1,5, adică: $Co = Ch \times 1,5$. Pe baza unor determinări foarte numeroase, I. Maxim, 1972, a stabilit că, spre deosebire de solurile zonale cu textură grea, aplicarea acestei formule în cazul solurilor nisipoase nu dă rezultate satisfăcătoare. S-a constatat că factorul 2,08 înmulţit cu coeficientul de higroscopicitate permite obţinerea unor rezultate mai corecte, apropiate de determinările efectuate pe cale biologică. Astfel, formula de calcul se prezintă după cum urmează: $Co = Ch \times 2,08$.

Capacitatea de câmp pentru apă, cunoscută sub denumirea prescurtată de capacitate de câmp (CC), este deosebit de importantă în practica irigaţiei şi a agriculturii în general. Pentru înlocuirea volumului mare de lucru în teren în vederea stabilirii directe, se poate folosi determinarea aşazisei valori a umidităţii echivalente (Ue) care se execută în laborator. Trebuie reţinut însă că dacă la solurile zonale cu textură grea, în general, valoarea echivalentului umidităţii se apropie de cea a capacităţii de câmp determinată în teren, s-a constatat că pe nisipurile din stânga Jiului umiditatea echivalentului determinat în laborator înregistrează întotdeauna valori mult mai mici, astfel încât nu se poate înlocui capacitatea de câmp determinată în teren pe nisipuri decât după corectarea acesteia prin înmulţirea cu factorul de corecţie 1,31.

Formulele pentru determinarea indirectă al capacităţi de câmp (Cc) stabilite pe baza cercetărilor autorului anterior menţionat sunt următoarele: CC = 3,46 + 0,91 A, pentru cazul în care se cunoaşte conţinutul în argilă (A) şi C = 3,32 + 6,39 Ch pentru cazul în care se cunoaşte coeficientul de higroscopicitate (Ch).

• **Scurtă caracterizare a cadrului natural** în amplasamentul unde s-au efectuat cercetări privind irigarea plantaţiilor de vii şi pomi pe nisipuri şi soluri nisipoase de la SCCCPN Dăbuleni.

Solul de aici (rezultat în urma unei nivelări care a atenuat într-o măsură importantă diferenţa dintre dune şi interdune) se caracterizează prin următoarele proprietăţi: *capacitatea de câmp pentru apă* (CC) =6,5 – 7,5% din greutatea solului uscat, *coeficientul de ofilire* (Co) = 1,0-1,3 % exprimat în aceeaşi unitate de măsură; *intervalul umidităţii active* (capacitatea utilă pentru apă) = 6,4%, iar *greutatea volumetrică* = 1,46 t/m^3. Din punct de vedere al fertilităţii, la începutul experimentării, conţinutul în humus a avut valori foarte mici, variind în general între 0,3 şi 0,5%. Azotul total a oscilat, de asemenea, la diferite adâncimi între 0 şi 0,4 %, P_2O_5 între 0,3 şi 0,5, iar K_2O între 3 şi 9 mg la 100 g sol. *Nivelul apei freatice* era situat la o adâncime mai mare de 8 m. După cum se vede locul unde a fost amplasată experienţa se caracterizează prin condiţii cât se poate de vitrege pentru plante, scopul fiind de a se constata ce se poate obţine chiar şi în asemenea situaţii extreme, prin *aplicarea unor măsuri adecvate în ceea ce priveşte necesarul de apă şi de substanţe nutritive.* Celelalte caracteristici privind temperatura aerului şi a solului, umiditatea relativă a aerului, precipitaţiile etc., sunt cele specifice zonei din sudul Olteniei.

Cercetările privind *irigarea* plantaţiilor de vii şi pomii prin *aspersiune (regim de irigare, consum de apă, momentul încetării udărilor etc.)*, în

prima fază, s-au efectuat pe suprafeţe de ordinul a câtorva hectare, iar în continuare s-a trecut la studii şi cercetări mai aprofundate privind utilizarea şi a altor metode de udare în afara de aspersiune (N. Grumeza, 1975, 2000). Astfel, pe o suprafaţă restrânsă, de ordinul a cca 1 ha au fost abordate şi unele metode cu caracter mai intensiv, dacă pot fi numite astfel, cum ar fi: *picurarea, rampele perforate, subterană,* metode care se încadrează în denumirea generică de **irigare localizată.** În legătură cu metodele de irigare, în general, facem precizarea că datorită compoziţiei mecanice specifice, nisipurile se caracterizează prin conductivitate hidraulică foarte mare, fapt pentru care nu au fost abordate cercetări privind irigarea prin scurgere la suprafaţă, cunoscută la noi în ţară în mod frecvent sub denumirea de **irigare prin brazde.** Această metodă nu se exclude însă pe solurile nisipoase cu procent ridicat de material fin, care merg până la cernoziomuri nisipoase, unde poate fi folosită în unele cazuri chiar cu rezultate bune.

Pentru cunoaşterea efectelor irigării localizate pe nisipuri, precum şi pentru stabilirea parametrilor acestei metode în asemenea condiţii, la SCCCPN Dăbuleni s-a amenajat un poligon experimental amplasat pe o dună, unde s-a făcut o astfel de modelare, în care pământul a fost dislocat până la adâncimea de 1,5-2 m. Aici s-a amenajat câmpul experimental care a cuprins variante privind irigarea plantaţiilor de vii şi pomi prin cele 3 procedee care au fost amintite: picurare, rampe (tuburi) perforate şi subterană. Le-am numit astfel întrucât toate acestea se includ în metoda intitulată generic *udare localizată*, având în vedere că nu se irigă întreaga suprafaţă, udarea aplicându-se numai pe rândurile de plante, din conducte amplasate de asemenea manieră. Plantaţiile au fost realizate în anii 1974 şi 1975.

Într-o primă perioadă, începând încă din anul 1970, aşa după cum s-a mai arătat, s-a organizat o experienţă, care se referea în mod deosebit la elementele privind *regimul de irigare şi tehnica irigării prin aspersiune a viţei-de-vie pe solurile nisipoase.* Cercetarea s-a desfăşurat pe o suprafaţă de cca 3 ha prin folosirea a două soiuri de perspectivă pentru această zonă: Saint Emillion şi Sangioveze. S-au folosit două lungimi ale portaltoiului (40 şi 80 cm) pentru a se constata totodată şi dimensiunea optimă a portaltoiului în condiţii de irigaţii. În paralel, anumite aspecte privind consumul de apă în legătură cu producţia de struguri de masă au fost studiate şi într-o parcelă irigată plantată cu soiul Afuz Ali.

Rezultatele obţinute după patru ani de cercetare au condus la concluzia că pe solurile nisipoase plantate cu viţă-de-vie, **umiditatea solului pe adâncimea de un metru trebuie menţinută prin udări la un plafon minim, superior jumătăţii intervalului umidităţii active** (în jur de 55% din

acest interval), deoarece odată cu scăderea umidității sub acest plafon se înregistrează o reducere substanțială a recoltei de struguri, chiar dacă umiditatea este superioară coeficientului de ofilire. Precizăm că prin aplicarea irigației la diferite procente din intervalul umidității active (CC – Co) trebuie înțeles că e vorba de fracțiuni ale acestui interval care se adaugă valorii coeficientului de ofilire.

În legătură cu **rezultatele experimentale privind plafonul minim de umiditate,** pe nisipuri, se constată că, în cazul viței-de-vie în anul IV de la plantare (este vorba de cele două soiuri de vin menționate anterior), producția de struguri nu a depășit 9800 kg / ha când rezerva de umiditate din sol a fost menținută la 40% din intervalul umidității active, comparativ cu 14500 kg/ha cât s-a obținut la o rezervă de apă menținută în sol de 55% din intervalul umidității active. În cazul menținerii umidității la plafoane mai ridicate (spre exemplu în varianta a III-a când rezerva de umiditate din sol a fost menținută în permanență în treimea superioară a intervalului umidității active), producția a crescut în continuare. Sporul de producție nu justifică însă cheltuielile de exploatare prin aproape dublarea numărului de udări (ce-i drept mai mici, dar cu o mărire substanțială a forței de muncă și, implicit, a echipamentului de udare). *Rezultatele privind plafonul minim de udare cel mai potrivit pentru asemenea condiții (55% din IUA) la care s-a făcut anterior referire au fost confirmate și de cele obținute în anii următori de experimentare, când au fost obținute în mod frecvent producții în jur de 25 t/ha la cele două soiuri pentru vin de care am vorbit.*

În prima fază a cercetărilor privind folosirea irigației pe nisipuri, a fost studiată și o variantă privind martorul (o parcelă care a rămas tot timpul neirigată). Rezultatele au scos în evidență faptului că deși nu s-a produs o uscare a plantelor (butucilor), producțiile nu au depășit 5000 kg/ha în anii climatici cei mai buni; în anii secetoși, cum au fost spre exemplu 1983 și 1984, producțiile înregistrate au fost sub 400 kg/ha. Având în vedere asemenea rezultate, ulterior s-a renunțat la această variantă.

Pentru menținerea acestui plafon al umidității a fost necesară aplicarea în perioada cercetată a unor *norme de irigație în jur de 2100 m^3/ha repartizate în 5 udări* – în funcție de regimul climatic al anului respectiv. *Consumul total de apă în condiții de irigație variază, în general, între 4000 și 5000 m^3/ha.*

În legătură cu **calitatea vinului** (conținutul în zahăr și aciditate în mod special) s-au efectuat cercetări legate de momentul încetării irigatului în perioada de vegetație. A rezultat că, în condițiile pedoclimatice în care s-a experimentat pe solurile nisipoase, umiditatea din sol trebuie menținută

prin udări, la plafonul de care s-a amintit ca fiind cel mai eficient după cum urmează:

- la soiul de masă Afuz-Ali, până când conținutul de zahăr din struguri atinge 100-120 g/l;

- la soiurile pentru vin (Saint Emillion și Sangioveze) până când conținutul de zahăr acumulat în struguri atinge 120-130 g/l. Ca urmare recomandarea întâlnită uneori în literatura de specialitate potrivit căreia *irigatul trebuie să înceteze în faza de pârgă a boabelor, nu își găsește aplicabilitatea cel puțin în condițiile de pe solurile nisipoase.* Unele cercetări efectuate la Valea Călugărească de către Viorel Popa (1977) au confirmat același lucru și pe solurile zonale. Se pare că cel mai important lucru este menținerea unei umidități permanente în sol la un anumit plafon așa cum s-a mai menționat. Fenomenul de depreciere a strugurilor (crăparea boabelor, urmată de multe ori de apariția mucegaiului) se produce atunci când se intervine cu aplicarea unei udări după o perioadă de secetă, când strugurii au suferit de lipsă de apă, când, de regulă, boabele sunt deshidratate, respectiv au suferit o dezvoltare anormală din cauza unei umidități scăzute o perioadă îndelungată (N. Grumeza – „Lucrări științifice SCCCAN Dăbuleni", 1979).

În ceea ce privește **dezvoltarea sistemului radicular în legătură cu adâncimea de udare**, cercetările au scos în evidență că *adâncimea maximă de pătrundere a rădăcinilor viței-de-vie este de cca 80 cm,* fiind rare cazurile când pătrund și mai în adâncime. Practic, depășiri ale adâncimi menționate (80 cm) s-au semnalat în măsură foarte redusă, de altfel de neluat în considerație. De asemenea, nu au apărut diferențieri în legătură cu lungimea diferită a butașului (40 sau 80cm), cum s-a mai arătat anterior. Rezultă clar că adâncimea de pătrundere a sistemului radicular este în funcție de adâncimea de desfundat și de fertilizare și ca urmare *se poate considera că adâncimea de udare de un metru este suficientă pentru butucii de viță roditoare, în condițiile date.*

Față de lungimea totală a rădăcinilor, cele secundare reprezintă 90-93% la variantele irigate, în timp ce la martor se găsesc în proporție de 85%.

A mai rezultat, de asemenea, că marea masă a rădăcinilor secundare, în cazul tuturor variantelor, inclusiv a martorului reprezentând 86-99%, se concentrează în stratul cuprins între 20 și 80 cm (lungimea rădăcinilor secundare reprezintă 63-80% din total). În altă ordine de idei, influența irigației prin aspersiune asupra *umidității relative a aerului,* s-a constatat că aceasta **crește în general cu 6-10% în lunile calde ale anului.** S-a observat că diferența între irigat și martor se mărește pe măsură ce seceta atmosferică se accentuează.

Concomitent s-au efectuat observaţii în ceea ce priveşte *temperatura aerului.* S-a constatat ca **prin aplicarea irigării prin aspersiune se produce o scădere a temperaturi aerului de 2-4 ^{0}C faţă de martorul neirigat.**

Pe baza rezultatelor cercetărilor, se poate trage concluzia că în cazul metodei de irigare prin aspersiune cu aripi mobile, generalizat la noi în ţară inclusiv în sistemul de irigaţii Sadova – Corabia, cu aplicarea udărilor prin rotaţie, *nu se poate vorbi de realizarea unui microclimat stabil şi de durată.* Datele privind modificările de temperatură ale aerului şi de umiditate relativă, au o remanenţă foarte scurtă după udare (cel mult 8-10 ore) şi numai pe suprafaţa traversată de aripa de aspersiune. Ca urmare, dacă ne referim la întreaga suprafaţă amenajată în cadrul unui sistem de irigaţie, constatăm ca **efectul irigării prin aspersiune asupra microclimatului este nesemnificativ,** cu totul sporadic şi de scurtă durată, practic de neluat în seamă. Aceleaşi concluzii se desprind şi în ceea ce priveşte riscul apariţiei şi propagării unor boli criptogamice. Trebuie de menţionat că în legătură cu acest aspect, efectul unei udări este incomparabil mai mic decât al unei ploi provenită pe cale naturală, care este însoţită şi de un microclimat favorabil apariţiei unor asemenea fenomene de nedorit. Pe de altă parte, aplicarea udărilor se face în mod dirijat şi ca urmare tot în felul acesta pot fi aplicate şi anumite tratamente, dacă se consideră ca fiind necesare (N. Grumeza – „Lucrări ştiinţifice SCCCAN Dăbuleni", 1979).

Dacă ne referim la *temperatura de la suprafaţa solului* după aplicarea unei udări, observaţiile pun în evidenţă o scădere a acesteia în lunile de vară cu 7 ^{0} C până la 14 ^{0}C (de la 44 ^{0}C la 30 ^{0}C spre exemplu la unele determinări). Această diferenţă se atenuează simţitor (la jumătate în cele mai multe cazuri) după 4-5 ore după folosirea aspersiunii. Subliniem că în mod sporadic la suprafaţa nisipurilor în lunile iulie şi august s-au întâlnit şi temperaturi apropiate de 60 ^{0}C, uneori chiar mai mari.

Trebuie de făcut precizarea *că temperatura apei de irigaţie,* care este preluată din Dunăre, creşte cu 4-10 ^{0}C în timpul aspersării, atingând pe parcursul sezonului de irigat valori de 25-32 ^{0}C.

Aşa se explică, de altfel, şi efectul redus asupra temperaturii solului în adâncime, unde diferenţele faţă de martorul neirigat s-au înscris în timpul aplicării udărilor între 1,5 şi 2^0 C. În aceeaşi măsură se explică şi faptul că apa de irigat nu produce „şocuri" asupra plantelor în timpul zilelor foarte călduroase, **fapt pe care se bazează eliminarea oricăror restricţii în ceea ce priveşte aplicarea irigaţiei în raport de intervalele din zi în care se foloseşte.** Facem această precizare pentru că şi din acest punct de vedere au circulat şi mai circulă încă unele idei preconcepute.

Cercetările efectuate privind irigarea nisipurilor au dus la concluzia că dat fiind specificul acestor soluri sunt necesare unele aprofundări în legătură cu circulaţia apei de irigaţie atât în plan orizontal cât şi vertical, cunoscut fiind că pe această categorie de soluri lucrurile se petrec în mod diferit faţă de solurile zonale. Evident, aceleaşi probleme se pun şi în ceea ce priveşte procesul de evapotranspiraţie care desigur prezintă unele particularităţi. Aceste cunoştinţe sunt necesare dacă se are în vedere utilizarea şi a altor metode de udare, cum ar fi, spre exemplu, udarea localizată, incluzând diverse procedee, în contextul folosirii cât mai raţionale a apei de irigaţie atât ca efect asupra plantei, solului, cât şi, în general, din punct de vedere al eficienţei economice.

Producţii obţinute în cazul irigării localizate a plantaţiilor de pomi şi vii pe nisipul de la SCCCPN Dăbuleni.

Cercetările de la SCCCPN Dăbuleni, privind irigarea viilor şi pomilor, s-au desfăşurat pe o lungă perioadă de timp. Rezultate privind producţiile obţinute, utilizând diferitele variante ale udării localizate, se prezintă în tabelul 6.2.

Tabelul 6.2

Producţii medii obţinute în plantaţiile viti-pomicole, irigate prin metoda de udare localizată în diverse variante de procedee la SCCCPN Dăbuleni

(după N. Grumeza, 2000)

Cultura – varianta	Perioada	Producţia medie (kg/ha)
Vie – rampe perforate	1976 – 1995	23.975
Vie – picurare	1976 – 1995	20.441
Măr – rampe perforate	1976 – 1995	37.130
Măr – subteran	1977 – 1995	35.296
Măr – picurare (rând simplu)	1986 – 1995	28.203
Măr – picurare (rând dublu)	1986 - 1995	29.064

În ceea ce priveşte *amenajarea terenului* în cazul **irigării prin rampe** (tuburi) **perforate** materialul folosit pentru conductele de udare a fost PVC-ul, iar pentru picurare, s-au folosit două tipuri: PVC şi polietilena, de la caz la caz. În cazul udării subterane s-a folosit un procedeu original: conducte din PVC cu diametrul de 1' (câte două alăturate de-a lungul rândului de plante având orificii pentru debitarea apei distanţate la 20 cm, amplasate pe mediana zonei de contact, pentru a preveni înfundarea acestora). Procedeul a reuşit, în sensul că pe toată perioada de cercetare (aproximativ 20 de ani) nu s-au semnalat defecţiuni majore atât din punct de vedere constructiv cât şi din punct de vedere al funcţionalităţii. De altfel, şi în cazul celorlalte procedee de irigare localizată (picurare şi rampe –

tuburi perforate), s-a constatat că după perioada de funcţionare la care neam referit, amenajările se aflau încă în stare bună, atât din punct de vedere al materialelor constituente ale instalaţiilor de udare, cât şi din punct de vedere al plantaţiilor (potenţialul de rodire). Trebuia menţionat totodată că şi în ceea ce priveşte producţiile obţinute, nu s-au constatat deosebiri substanţiale de la un procedeu la altul (este vorba de medii pe perioada de experimentare). Au apărut totuşi deosebiri, uneori chiar importante cantitativ, de la un an la altul. Deci nu se poate vorbi de recolte constante chiar în cazul în care toţi factorii de vegetaţie au fost, în general, bine conduşi. Şi aici ne referim în mod deosebit la apă şi la substanţe fertilizante.

Este important de specificat că, din cercetările efectuate, s-a constatat că în timp ce la irigarea prin aspersiune norma de irigaţie medie este de 2100 m^3/ha, la metodele localizate aceasta este în jur de 1500 m^3/ha. Prin urmare se realizează o economie de cca 600 m^3/ha, care bineînţeles atrage după sine şi o economie corespunzătoare de consum energetic.

Facem precizarea că revenirea udărilor în anumite intervale de timp ca rezultat al urmăririi unor procese intime care se petrec în solul nisipos constituie rezultatul unui studiu aprofundat pe această temă (Grumeza, 2000). În mod obişnuit, în condiţii de producţie, udările se aplică folosind *procedeul de prognoză şi avertizare a udărilor pe baza relaţiei dintre consumul de apă al plantelor şi a celui din evaporimetru,* care evident ţine seama de toată evoluţia climatică în timp, inclusiv ploile căzute, care de fapt dictează momentul aplicării udărilor. Studiul la care ne referim are menirea de a fundamenta felul în care trebuie să se procedeze pentru aplicarea unor irigaţii corecte pe nisipuri.

Din acest punct de vedere pare mai avantajos procedeul prin rampe perforate, care însă vine la rândul său cu inconvenientele respective. *Evident că până la urmă este necesară o analiză tehnico-economică care trebuie efectuată temeinic de la caz la caz.* Bineînţeles că profitul realizat îşi spune, în final, cuvântul, deşi şi aici trebuie avute în vedere şi alte aspecte adiacente, cum ar fi, spre exemplu, acela privind protecţia mediului înconjurător etc.

Un lucru se pare că se desprinde în final cu destulă claritate şi anume că, dacă se pune problema promovării în ţara noastră a tehnicilor de irigare localizată, acestea trebuie să aibă în vedere în primul rând plantaţiile de vii şi pomi, unde se pretează cel mai bine instalaţiile de udare fixe, iar în al doilea rând din punct de vedere al solurilor, nisipurile şi solurile nisipoase, apar ca cele mai avizate datorită udărilor mici

şi dese reclamate de aceste tipuri de soluri, posibil de aplicat folosind aceste procedee.

Concluzia principală care se desprinde, este că udarea localizată chiar cu multiplele avantaje de care dispune, nu poate constitui un panaceu universal care ar trebui acceptat ca prioritate în orice condiţii. Această metodă, aşa după cum am mai arătat, trebuie judecată de la caz la caz, având în vedere toate implicaţiile pozitive şi negative în legătură cu amplasamentul luat în discuţie, inclusiv cu celelalte aspecte menţionate.

6.1.6. Concluzii privind utilizarea diferitelor metode de irigare în condiţiile din ţara noastră

Aşa cum s-a mai specificat, în ţara noastră suprafaţa amenajată pentru irigaţii însumând 3,2 milioane de hectare, a fost proiectată pentru folosirea în cea mai mare parte a metodei de udare prin aspersiune şi doar în proporţie de cca 15-20%, pentru udarea prin brazde.

Irigarea prin inundare s-a utilizat pe suprafeţe restrânse numai pentru cultura orezului începând încă din perioada dinaintea celui de-al doilea război mondial.

Evoluţia utilizării diferitelor metode de irigare în viitor, va depinde de o serie de factori, economico-sociali, în primul rând, inclusiv şi unii conjuncturali, posibili.

6.2. TIPURI DE AMENAJARE FOLOSITE ÎN SISTEMELE DE IRIGAŢII DIN ROMÂNIA

- Canale deschise, din pământ, necăptuşite sau căptuşite cu dale din beton şi rostuite cu mortar din ciment, cel mai des;
- Jgheaburi;
- Conducte îngropate;
- Mixte (canale, conducte îngropate şi jgheaburi).

După unele eşecuri în exploatare, s-a renunţat la folosirea jgheaburilor, inclusiv la confecţionarea acestora, procedându-se în consecinţă şi la închiderea fabricilor constructoare. Defecţiunile în exploatare (deşi aceste jgheaburi nu au fost folosite decât în mică măsură, pe suprafeţe restrânse) au avut la origine, de fapt, unele defecţiuni constructive, datorită unei anumite concepţii în punctele de îmbinare a tronsoanelor. Facem această menţiune, cunoscând faptul că tipul de amenajare cu jgheaburi, are totuşi o

largă răspândire în unele ţări, cu rezultate foarte bune în ceea ce priveşte mai ales reducerea pierderilor de apă prin infiltraţii, distribuţia şi contorizarea apei etc.

În prezent, în sistemele de irigaţii existente în România se foloseşte în cea mai mare măsură tipul de amenajare mixt, constituit din canale (de aducţiune şi de distribuţie de mari dimensiuni) şi conducte îngropate. Amenajările prin conducte îngropate sunt constituite, în cele mai multe cazuri, din aşa-zise „ploturi" de irigaţie care prelevează apa din sursă (canal deschis de cele mai multe ori, dar poate fi şi un lac, un curs de apă etc). Cazul general este însă acela menţionat: apa preluată dintr-un canal deschis, printr-o staţie de pompare, care creează şi presiunea necesară aspersiunii. De la staţia de pompare porneşte reţeaua de conducte îngropată, formată, de regulă, din conducta principală, conducte secundare şi antene (ultima ramificaţie la care se cuplează echipamentul mobil de udare). Suprafaţa unui asemenea plot variază în cele mai multe cazuri între 500 şi 1000 ha. În reţeaua de canale, care alimentează ploturile, apa este introdusă în marea majoritate a cazurilor cu ajutorul unor puternice staţii de pompare (plutitoare, de asemenea, în cele mai multe cazuri) care preiau apa din Dunăre, principala sursă de apă prevăzută a alimenta prin staţiile de pompare existente, suprafaţa totală amenajată pentru irigaţii de cca 3,2 mil. ha.

Revenind la tipurile de amenajare utilizate în ţara noastră, trebuie arătat că în afara de cel mixt, covârşitor predominant în întreaga Câmpie Română (incluzând Câmpia Olteniei, a Burnasului, Bărăganul, sudul Moldovei) şi nordul Dobrogei, amenajări numai prin canale cu preluarea apei în alte moduri decât prin ploturile la care anterior s-a făcut referire, au mai fost proiectate şi executate amenajări cu preluarea apei din canale cu agregate mobile (de tip APT) sau agregate fixe, de tip monofilar.

În cel din urmă caz, apa este preluată dintr-un canal printr-un agregat de pompare termic de tip APT, de regulă, fix şi apoi introdusă direct în antenă (conducta îngropată de ultim ordin). Acest mod de amenajare (tipul monofilar) a fost introdus şi promovat mai ales în amenajările din marile sistem de irigaţii Carasu. Ulterior, în unele sisteme noi de irigaţii, dar şi în unele existente, agregatul de pompare termic funcţionând permanent în poziţie staţionară şi alimentând doar o antenă a fost înlocuit cu unul electric de tip RDN. Pe parcursul exploatării au intervenit frecvente modificări în legătură cu modul de amenajare, în sistemele existente mai ales în acele în care s-au folosit reţele de canale din pământ care serveau la alimentarea agregatelor de pompare de tip APT. Aceasta mai ales în cele

mai vechi cum ar fi: Stoeneşti, Terasa Călăraşi, Calafat-Băileşti etc. unde s-a trecut la unele modernizări constând în special din înlocuirea canalelor deschise din pământ cu reţele de conducte îngropate alimentate centralizat, cu staţii de pompare de punere sub presiune (ploturi de irigaţie). Astfel s-a mai procedat şi în sistemul Carasu (parţial), dar şi în altele.

În prezent se pune problema revizuirii întregului patrimoniu reprezentat de cele 3,2 mil. ha amenajate pentru irigaţii, alimentate în proporţia cea mai mare din Dunăre, iar diferenţa din râuri interioare. După această revizuire urmează să se treacă la operaţia de retehnologizare (reabilitare, modernizare), cea de-a doua fiind nemijlocit legată de prima. Aceasta având în vedere situaţia reală actuală, având la bază două aspecte principale: necesitatea intrării în reparaţii capitale a acestor amenajări ţinând seama de durata de serviciu, depăşită în cele mai multe cazuri, conform normelor în vigoare (este vorba, în primul rând, de vechimea în timp începând cu anul punerii în funcţiune), iar în al doilea rând, sustragerile produse masiv în ultimii 12-13 ani, fapt bine cunoscut. În legătură cu tipurile de amenajare utilizate în ţara noastră, s-a efectuat un important volum de cercetări, atât direct în sistemele de irigaţii aflate în funcţiune, cât şi în poligoane experimentale special amenajate, în interiorul respectivelor sisteme de irigaţii. Aceste investigaţii efectuate în cadrul programului de cercetare intitulat: „Exploatarea şi modernizarea sistemelor de irigaţii" executat în cadrul ICITID, au avut drept scop principal stabilirea soluţiilor, materialelor şi tehnologiilor celor mai eficiente pentru îmbunătăţirea funcţionalităţii componentelor amenajărilor de irigaţii (canale, reţele de conducte, staţii de pompare, accesorii etc.) pe baza concluziilor rezultate din urmărirea evoluţiei teritoriului amenajat, în interrelaţie cu mediul ambiant, în mod deosebit cu clima, solul şi apa freatică.

În cele ce urmează (următoarele capitole) vor fi tratate tocmai rezultatele obţinute din unele investigaţii şi experimentări efectuate în cadrul acestui program de cercetare, efectuat începând cu darea în exploatare a amenajărilor de irigaţii din ţara noastră.

Facem totodată menţiunea că şi în această situaţie s-a avut în vedere, de asemenea, faptul că măsurile preconizate a se aplica trebuie să aibă la bază situaţii concrete specifice condiţiilor din ţara noastră. Este vorba aici de sol, structură geotehnică, poziţia apei subterane, modul de realizare a amenajărilor, a componentelor respective. În această categorie de cercetări nu au fost avute în vedere echipamentele şi, în general, mecanismele pentru aplicarea udărilor, ca şi elementele care se referă la aplicarea udă-

rilor în interiorul parcelei inclusiv randamentul, acestea făcând obiectul altei categorii de investigaţii, de experimentări.

În programul la care ne referim şi care are în vedere, în principal, comportarea în exploatare a amenajărilor de irigaţii, s-a avut în vedere, cu prioritate, stabilirea de soluţii pentru utilizarea cât mai raţională a apei de irigat, începând cu necesarul de apă al plantelor (prin cercetări staţionare şi de durată, în câmpuri experimentale, amplasate în diferite zone pedoclimatice din ţară) şi continuând apoi cu întreg circuitul apei prin reţeaua de irigaţie (conducte îngropate şi canale) până la staţia de pompare pentru prelevarea apei din sursă. Evident, aici este inclusă întreaga paletă de cercetări care se referă la măsurile pentru stricta gestionare a apei de irigat prin eliminarea în primul rând a pierderilor de apă prin infiltraţii, distribuţia raţională ca şi contorizarea cu ajutorul unor dispozitive şi echipamente adecvate. Toate acestea, amintim încă o dată, şi printr-o monitorizare severă în contextul păstrării echilibrului ecologic şi îmbunătăţirii continue a factorilor de mediu în interrelaţie cu cei antropici. Aceasta avându-se în vedere, mai ales, şi faptul amintit anterior şi anume că în cadrul celor 3,2 milioane de hectare amenajate pentru irigaţii sunt incluse terenurile cu cel mai ridicat potenţial de fertilitate, existente în Câmpia Olteniei, Bărăgan, sudul Moldovei şi Dobrogea, la care se adaugă şi cele din Lunca Dunării. Acest fapt amplifică grija şi, în acelaşi timp, răspunderea care revine specialiştilor din domeniu, pentru menţinerea în cele mai bune condiţiuni a acestui valoros patrimoniu naţional, ţinându-se seama în aceeaşi măsură de generaţiile actuale, dar mai ales şi de cele care vor urma.

S-a mai vorbit despre efectul favorabil al irigaţiei strict necesară în condiţiile climatice ale ţării noastre, dar şi de unele urmări negative de cele mai multe ori cu caracter ireversibil, dacă nu se iau măsurile cuvenite în cadrul unei exploatări raţionale bazate pe criterii ştiinţifice fundamentate prin cercetări în condiţii concrete. Menţionăm încă o dată faptul că soluţiile rezultate din cercetări şi experimentări sunt în legătură directă cu condiţiile concrete şi îşi au aplicabilitate, de asemenea, directă tot în asemenea condiţii, sunt menţionate şi materialele, inclusiv echipamentele necesare la nivelul cerinţelor, stadiului şi posibilităţilor.

EVOLUȚIA TERITORIULUI AMENAJAT CU LUCRĂRI DE IRIGAȚII, ÎN CONTEXTUL INTERRELAȚIILOR DINTRE FACTORII NATURALI ŞI CEI ANTROPICI

7.1. ETAPA I - DE LA DAREA ÎN EXPLOATARE A SISTEMELOR PÂNĂ ÎN JURUL ANILOR 1988-1990 (MONITORIZAREA PREZENTATĂ ÎN CONTINUARE SINTETIC-REZUMATIV, TABELAR)

O importantă latură a cunoştinţelor necesare privind dezvoltarea irigaţiilor în ţara noastră, o constituie aceea privind comportarea în exploatare a sistemelor de irigaţii, respectiv evoluţia teritoriului amenajat cu lucrări de irigaţii. Se are în vedere aici un complex de factori care concură într-o strânsă interdependenţă, printre care mai importanţi, cei naturali (clima, solul, hidrogeologia) şi cei antropici legaţi de construcţiile propriu-zise executate (reţele de canale şi conducte, staţii de pompare, construcţii hidrotehnice anexe, dispozitive de protecţie, aparatura debitmetrică şi pentru automatizarea proceselor de distribuţie a apei în reţeaua de irigaţie etc.).

Este cunoscut, de altfel, faptul că începând cu adaptarea regimului de irigaţie pe parcursul exploatării, în raport mai ales de evoluţia nivelului şi chimismului apei freatice şi continuând cu lucrările de întreţinere curente ale amenajărilor, ca şi cele capitale, nu pot fi concepute fără a avea la bază studii şi cercetări temeinic fundamentate privind evoluţia în timp a tuturor componentelor amenajărilor în conexiune cu evoluţia factorilor naturali.

S-a mai specificat faptul că utilizarea irigaţiilor, pe termen scurt, are ca scop obţinerea unor recolte mărite şi relativ constante cu consecinţe deosebit de favorabile pentru producătorii agricoli şi reflectate pozitiv de fapt în întreaga economie naţională în general. În acelaşi timp, prin neluarea unor măsuri corespunzătoare în ceea ce priveşte gospodărirea raţională a apei de irigat, se poate ajunge la unele efecte negative asupra mediului înconjurător, asupra solurilor în mod deosebit. Ne referim aici, mai ales, la consecinţele pierderilor de apă prin infiltraţii, cu influenţă directă asupra nivelului freatic şi continuând cu cea asupra solurilor. Acesta fiind unul dintre principalele aspecte, la care se adaugă şi faptul că apa pierdută prin infiltraţii antrenează în

profunzime și substanțele fertilizante, lipsind plantele de aportul acestora, un neajuns legat de modul de utilizare a apei de irigat. Fără a intra în prea multe detalii, se poate concluziona că, pentru țara noastră, practicarea unei agriculturi durabile este nemijlocit legată de folosirea irigațiilor. Dar aceasta nu oricum, ci numai apelând la metode bazate pe fundamentări științifice, având la bază rezultate ale unor cercetări efectuate în condiții concrete, pentru ca astfel să se poată răspunde în mod eficient la cerințele unor situații, de asemenea, concrete.

Pornind de la aceste necesități reale, în cadrul Institutului de Cercetări și Inginerie Tehnologică pentru Irigații și Drenaje (ICITID), prin rețeaua de cercetare diseminată pe întreg teritoriul țării, s-au inițiat, în unele cazuri s-au continuat, cercetări începute în cadrul Institutului de Cercetări pentru Îmbunătățiri Funciare și Pedologie (fostul ICIFP), cercetări care privesc atât necesarul de apă al culturilor cât și comportarea în exploatare a componentelor sistemelor de irigații, respectiv evoluția teritoriului amenajat cu lucrări de irigații. Toate acestea cuprinse într-un program de cercetare cunoscut sub denumirea de „Exploatarea și modernizarea amenajărilor de irigații". Despre cercetările și rezultatele acestora, incluzând și producțiile, efectuate în câmpuri de cercetare staționare și de durată s-a vorbit în cele prezentate anterior în lucrare. În continuare ne referim la experimentările, observațiile și rezultatele obținute privind cea de-a doua parte a programului de cercetare și anume la comportarea în exploatare a amenajărilor de irigații în interrelație cu mediul înconjurător.

Facem mențiunea că întreg programul de cercetare, dar în mod deosebit cea de a doua parte este destinat obținerii de rezultate privind retehnologizarea amenajărilor de irigații existente pe teritoriul României. Aceste rezultate, fără îndoială, sunt valabile și pentru noile sisteme care se vor amenaja în viitor, după etapa privind reabilitarea celor care în prezent se află pe teritoriul țării noastre.

Așa cum am mai arătat și anterior, rezultatele cercetărilor efectuate începând cu darea în exploatare a marilor amenajări de irigații, au fost publicate atât în analele ICITID cât și în reviste de specialitate din domeniu. Mai mult decât atât acestea au fost prezentate într-o lucrare mai cuprinzătoare intitulată „Evoluția nivelului și chimismului apei freatice din amenajările de irigații în interrelație cu mediul înconjurător", apărută în 1990, lucrarea avându-i ca autori pe N. Grumeza, Cr. Kleps și C. Tușa, care s-a sprijinit atât pe rezultatele proprii ale cercetărilor celor trei autori, cât și pe rezultatele întregului colectiv de cercetători care au participat la efectuarea cercetărilor din cadrul programului amintit. Cercetările s-au efectuat direct într-un număr de 40 de mari sisteme de irigații însumând o suprafață totală de 2,5 mili-

oane de hectare. Aceste 40 sisteme de irigaţii au fost grupate convenţional în V spaţii desfăşurate în sensul curgerii fluviului Dunărea (de la Drobeta-Turnu Severin până la Galaţi şi Constanţa). Aceste spaţii sunt: I - Câmpia Olteniei, II - Olt-Argeş, III - Argeş-Ialomiţa, IV - Ialomiţa-Siret şi V - Dobrogea. Dacă privim pe hartă, toate amenajările de irigaţii din sudul şi sud-estul ţării sunt compuse din mari sisteme, care se succed unul după altul, constituindu-se într-un mare masiv irigat, străbătut de unele râuri interioare.

Dispunerea de fapt a amenajărilor într-un singur masiv, aşa cum am arătat, comportă o mare responsabilitate din partea cadrelor tehnice din exploatare, întrucât pe această mare întindere de teritoriu, vehicularea apei de irigaţie trebuie făcută având în permanenţă în vedere acest aspect. Astfel, este una să ai grijă de conducerea apei pe sisteme izolate chiar de ordinul zecilor de mii de hectare, înconjurate de terenuri neirigate şi alta să ai de-a face cu acest masiv însumând milioane de hectare, în cadrul căruia este necesar a se vehicula, uneori, chiar miliarde de metri cubi de apă, într-un singur sezon de irigat. Modul cum trebuie gospodărită această apă care se introduce pe cale artificială, constituie una din marile probleme, care se pun în faţa specialiştilor din domeniu, în legătură cu evoluţia factorilor de mediu. Sistemele de irigaţii sunt delimitate de anumite graniţe, care, de fapt, nu sunt valabile şi pentru factorii de mediu. Ca urmare, evoluţia apei freatice din punct de vedere al nivelului şi chimismului, cea a solurilor în conexiune cu regimul climatic, spre exemplu, nu pot fi analizate decât în cadrul unor teritorii întinse, cum ar fi spre exemplu: Câmpia Olteniei, a Burnasului, a Bărăganului, Podişul Dobrogei etc. Dar şi aici intervine contextul, respectiv interinfluenţele inerente ale unor procese foarte complicate care trebuie avute în vedere în legătură cu păstrarea echilibrului ecologic şi îmbunătăţirea continuă a factorilor de mediu. Aici apare pregnant rolul specialiştilor în domeniu, respectiv conlucrarea între conducerile tehnico-administrative ale sistemelor, cu AUAI-urile, inclusiv cu cercetarea în domeniu. Oricum, la bază trebuie să stea fundamentarea ştiinţifică a întregii palete de activităţi la care s-a făcut referire. Evident şi aceasta axată în primul rând pe o monitorizare permanentă şi consecventă a factorilor de mediu în interrelaţie cu cei antropici.

Avându-se în vedere faptul că în condiţiile ţării noastre aproape fiecare sistem de irigaţie este caracterizat prin unele particularităţi, care diferă de multe ori de ale altora, în ceea ce priveşte, mai ales, situaţia hidrogeologică, geomorfologia şi, uneori, solul (cazul sistemului Sadova-Corabia incluzând în cea mai mare parte soluri nisipoase), cercetările au fost abordate într-un mare număr de sisteme de irigaţii, aproape fiecare reprezentând unicate (40, după cum s-a specificat). De fapt s-a confirmat necesita-

tea abordării pe un plan atât de vast a acestor cercetări. Ca să exemplificăm, luând în considerație doar unele aspecte, constatăm, spre exemplu, că pornind de la Drobeta-Turnu Severin, sistemul de irigații Crivina –Vânju Mare diferă substanțial din punct de vedere hidrogeologic de cel alăturat: Izvoare-Cujmir, în sensul că primul se caracterizează prin nivel freatic ridicat, comparativ cu cel de-al doilea, în care dimpotrivă predomină nivelul apei freatice situat mai jos de 5 m. În continuare sistemele de irigații Cetate – Galicea şi Calafat- Băileşti, diferă substanțial de celelalte două amintite anterior, în ceea ce priveşte tipurile de amenajare (predomină rețeaua de canale deschise care alimentează – agregate pentru aspersiune) termice sau electrice, spre deosebire de Crivina şi Izvoare unde predomină ploturile cu crearea presiunii centralizat prin SPP-uri. În continuare, Nedeia-Măceşu care se caracterizează prin nivel freatic situat la mai mare adâncime comparativ cu cele două anterioare, la fel diferite şi în ceea ce priveşte tipurile de amenajare. Urmează imediat Sadova- Corabia, caracterizat prin soluri nisipoase, unic în felul său din acest punct de vedere, dar şi din al metodei de căptuşire a canalelor.

Sunt situații în care chiar în interiorul Câmpiei Bărăganului sunt diferențe substanțiale în ceea ce priveşte situația hidrogeologică: sistemul de irigații Gălățui-Călăraşi cu mari suprafețe cu nivel freatic ridicat, inclusiv unele subsisteme din Complexul Mostiştea, comparativ cu unele cu nivelul apei subterane situat la mare adâncime, cum ar fi spre exemplu Jegălia, Pietroiu- Ştefan cel Mare şi Terasa Borduşani. În Dobrogea predomină în general nivelul apei subterane situat la mari adâncimi, deşi există situații, mai ales în zonele de văi, cum ar fi spre exemplu valea Carasu şi altele, precum şi zonele din preajma lacurilor din Complexul Razem –Sinoie, unde se întâlnesc niveluri ridicate ale apei subterane. Acestea sunt de altfel considerentele care au stat la baza desfăşurării acestei categorii de cercetări prin cuprinderea unui mare număr de sisteme de irigații, incluzând un foarte mare volum de muncă desfăşurat pe un întins teritoriu. Dar aceasta a fost situația, dictată de necesitatea rezolvării integrale a uneia din cele mai importante probleme din domeniu. În context, reamintim că de fapt în perimetrul marilor sisteme de irigații din sudul şi sud-estul țării sunt incluse solurile cu cel mai ridicat potențial de fertilitate din țara noastră, de unde de altfel şi grija care trebuie avută pentru a nu influența negativ această bogăție provenită de la natură. Prin irigație se pot valorifica superior aceste soluri. Depinde însă de modul cum se aplică această măsură, care nu poate avea decât consecințe pozitive, în cazul în care este aplicată rațional, pe baze temeinic fundamentate ştiințific, ca urmare a unor cercetări riguroase efectuate cu acuratețea necesară unei asemenea impor-

tante măsuri în sprijinul agriculturii. Pentru surprinderea unor aspecte strict necesare bunului mers al exploatării sistemelor de irigații, pe parcursul anilor care au trecut s-au efectuat sute de mii de observații privind evoluția nivelului apei freatice, zeci de mii de analize privind chimismul acesteia și numeroase observații și analize privind comportarea construcțiilor. S-au efectuat, de asemenea, mii de profile în puncte reprezentative pentru controlul evoluției solurilor irigate din aceste sisteme, însoțite de analizele respective în colaborare cu ICPA și cu OSPA județene.

Rezultatele de până acum sunt concludente pentru a se obține o imagine clară asupra a ceea ce s-a petrecut pe parcursul existenței sistemelor de irigații, din punct de vedere a ceea ce s-a avut în vedere în tematica de cercetare, ancorată nemijlocit în sprijinul proiectării și exploatării acestor obiective de deosebit interes național.

În cele ce urmează se prezintă succint (rezumativ) etapa cuprinsă între anul intrării în exploatare (majoritatea între 1970 și 1980) și până aproximativ în jurul anilor 1988-1990. S-a insistat în mod deosebit asupra evoluției nivelului și chimismului apei freatice. De fapt evoluția nivelului apei freatice integrează în mare măsură și influența precipitațiilor (ținând seama bineînțeles de decalajul în timp) și în unele situații, inclusiv efectul fenomenului de evapotranspirație, în cazul nivelurilor apropiate de suprafața solului. La nivelul existenței de date rezultate din cercetările efectuate, se prezintă și alte aspecte legate de comportarea solurilor și a componentelor amenajărilor etc. În final se realizează de fapt și un gen de monografie care deși succintă, exprimă situația principalelor mari sisteme de irigații din România, atât din punct de vedere al condițiilor naturale (climă, sol, apa freatică, geomorfologie, surse de alimentare cu apă de irigat etc.), cât și din cel al modului de execuție (lucrări la prizele pentru alimentare cu apă, tipuri de amenajare, putere instalată, metode de udare etc.). Este vorba prin urmare de amenajările de irigații din cuprinsul Câmpiei Române și Dobrogei care constituie centrul de greutate. În ceea ce privește Lunca Dunării, cercetările s-au concentrat asupra sistemului Dăbuleni-Potelu-Corabia care poate fi considerat a fi reprezentativ, în linii mari, pentru întregul sector al Luncii Dunării (care reprezintă de fapt majoritatea), cuprins între râul propriu-zis și partea de terasă, inclusiv Câmpul înalt. În ceea ce privește amenajările de irigații din luncile insulare cum ar fi Borcea de Sus și Borcea de Jos ca și Insula Mare a Brăilei, acestea prezintă condiții complet diferite de cele caracteristice unității expuse în prezentul material.

În continuare, sub formă de tabele sintetice, se face referire tocmai la cele anterior enunțate privind comportarea în exploatare a amenajărilor și evoluția teritoriului, reprezentând rezultatele cercetărilor primei etape.

TABEL SINTETIC

privind evoluția în timp a marilor sisteme de irigații în condițiile naturale ale României (interrelația factor antropic-factori de mediu), rezultat al investigațiilor și monitorizării efectuate în cadrul programului de cercetare „Exploatarea și modernizarea amenajărilor de irigații din ICITID" (responsabil de program dr. ing. N. Grumeza, coresponsabil dr. ing. Cr. Kleps)

7.1.1. Sisteme de irigații din Câmpia Olteniei

Nr. crt.		1	2	3	4
Denumirea sistemului hidro-ameliorativ și eventuale denumiri ulterioare		CRIVINA –VÂNJU MARE (JIANA MARE)	IZVOARE-CUJMIR	CETATE GALICEA	CALAFAT BĂILEȘTI în prezent : 1.Sistem Calafat 2.Sistem Băileşti
Județul		Mehedinți	Mehedinți și Dolj	Dolj	Dolj
Suprafața ha		28000	66850 din care: MH =51850 și DJ=15000	48000	49640 luat în cercetare. Ulterior 55648 prin extindere
Sursa de apă pentru irigat		Dunărea	Dunărea	Dunărea	Dunărea
Caracteristicile prizelor de apă		Q sursă 16,9 m^3/s Putere instal-12 MV; Inclusiv stațiile de punere sub presiune: 38,8 MW	1.SPA Pristol Q=42 m/s, putere inst 33 MW. 2.SPA Salcia Q=3,66 m/s, putere inst 0,8 MW. Putere totală în sistem:116,6 MW (incluzând și SPP)	SPA Basarabi=7 m^3/s. SPA Cetate= 28,8 m^3/s plutit. PI=3.9 MW Stații de repom-pare. H pompare (refulare) 52 m P.totală inst.= 48 MW	SPA cu Q=47 m^3/s refulare 40 m. PI=22 MW Puterea totală instalată 48,5 MW refulare în canal de 42 km căptușit cu dale rostuite cu mortar de ciment (primul tronson monolit).
Anul dării în exploatare		1976-1981 (eşalonat)	1979-1982 (eşalonat)	1972-1977 (eşalonat)	11154 ha în 1968; 14461 ha în 1969; 22534 ha în 1970; diferența în 1971. Ulterior=55684ha
Tipuri de amenajare		Canale și ploturi compuse din conducte sub presiune	42063 ha canale + ploturi, conducte îngropate. 22069 ha canale și monofilar	Canale +ploturi din conducte îngr. Pe 62,5% din supraf. și monofilar: 35,5 %	Canale căptușite (parțial) și agregate termice pentru aspersiune. Parțial: ploturi cu conducte sub presiune
Metode de irigare		Aspersiunea	84% din suprafața aspersiune, 16% brazde	Predomină aspersiunea cu ploturi de 800 –1000 ha	Aspersiunea pe 97% din suprafața. Pe 3% brazde
Condițiile naturale	Elemente de geomorfologie	Amplasat pe 3 terase ale Dunării variind între 20 și 65 m străbătut de zone cu mlaștini, lacuri și dune (la amenajare)	Amplasare pe 5 terase de la vest-est de la 40 m la 160 m; pe 5600 ha, dune nisip, spre consolidare	Câmpie fluvială cu terase etajate. Predomină terasele III, IV, V cu alt. de 27-35 m; mai puțin, terasa înaltă: 65m și veche: 65-100 m 70%= terasa III.	3 terase: superioară -30-50 m pe 14 km lung. medie- 15-30 m pe toată lungimea sistemului și lățime 7 km. joasă-5-15 m suprafețe restrânse în zona Rast-Bistreț.

Nr. crt.			1	2	3	4
Condiţiile naturale	Solul la amenajare şi pe parcursul exploatării (elemente de evoluţie)		Predominant: tip molic fără orizont B şi cu orizont Bv (cambic, cernoziom tipic freatic umed, cambic lutos freatic umed). În a doua grupă: soluri de natură aluvială (brun roşcat luvic, brun roşcat nisipos).Grupa trei, soluri litomorfe formate pe nisipuri: psamo-solul molic. Grupa patru: soluri neevoluate. Rez. min. =20-60 mg la 100 g/sol an 1986.	Prezenţa a 50 unităţi de sol. Pe 75% din suprafaţă sunt cernoziomuri: tipice, cambice, vertice, argilo-iluviale, brun-roşcate. Pe rest: pseudogleice molice, aluviale molice, gleizate, lăcovişti. Reziduu mineral pe profil (150 cm adâncime) = 40-60 mg la 100 g sol în 1989 în 23 profile de sol.	Predomină grupa I, pretabile pentru irigat: cernoziomuri cambice tipice şi vermice şi mai puţin argiloiluviale. Grupa II cernoziomuri freatic umede evoluate. Grupa III psamosoluri. Grupa IV lăcovişti şi soluri solonetizate pe suprafeţe foarte restrânse. La analizele din 1982 reziduu mineral s-a înscris între 20 şi 80 mg/100g sol.	Solul predominant: de tip cernoziomic. În proporţie redusă: -psamosol pe nisipuri; soloneţuri şi lăcovişti în zonele cu nivel freatic ridicat (depresiuni) . Mari suprafeţe de cernoziom evoluează către freatic umed după perioade ploioase. Cercetări, evoluţie: ICPA 1972-1978; OSPA 1976, 1981, 1987. Etapa 1987 până la 100 mg la 100 g/sol. În exploatare o uşoară creştere a N din T, tendinţa de alcalizare mai ales când creşte nivelul freatic, prin îmbogăţirea apei freatice cu săruri din stratul parental.
	Situaţia hidro-geologică	Evoluţia nivelului apei freatice	La amenajare: cca 57% din suprafaţa nivel freatic = 0-2 m din care 30% între 0-1 m, şi doar 7% mai jos de 5 m. Din 1985 până în 1988 cca 63% mai sus de 3 m şi 37% mai jos de 3 m. Suprafaţa cu nivel freatic mai jos de 5 m a fost de 17% din total între 1985-1988	S-au folosit 183 puncte de obs. La amenajare nivel freatic mai jos de 5 m =cca 88%, iar în anul 1988 = 75% din suprafaţa totală. În 1988, în cadrul acestei clase de adâncime nu s-au identificat niveluri mai scăzute de 12 m.	S-au folosit 80 puncte de obs., supraf. cu nivel freatic mai coborât de 5m reprezentând cca 40% din totalul supraf. S-a menţinut cu mici variaţii de la darea în exploatare până în anul 1988. Fluctuaţiile cele mai mari: între 0-2 m. Supraf. cu nivel freatic > de 5 m în 1988 a avut niveluri variind între 6 şi 8 m	Pentru evoluţia nivelului freatic s-au folosit 95 puncte de obs. (staţionare hidrogeologice şi fântâni). În perioada studiilor pentru proiectare (1966): 50% din suprafaţă nivel mai jos de 5 m, 40% între 3şi 5 m şi 10% cu niveluri mai ridicate de 3 m. Procentul cel mai mare al nivelului ridicat al apei freatice mai sus de 3 m (60%) a fost în perioada 1977-1981. Nivelul mai jos de 5 m, s-a menţinut din 1977 până în 1988 într-un procent de 17% din suprafaţă. Atât a fost şi în 1988. Mai jos de 3 m a fost pe 35-45%. În 1980 a fost pe 50% din supraf. nivelul freatic între 0 şi 2 m. A ajuns la 8% în 1988. Cel mai ridicat niv. al apei freatice (0-2m a fost în 1979-1980. S-a resimţit efectul remanent al ploilor din 1969-1971 coroborat cu pierderile prin infiltraţii.
		Chimismul apei freatice	Pe cea mai mare parte din suprafaţa, chimismul apei freatice până în 1988 era cuprins între 0,5 şi 1 g/l. Pe mici suprafeţe erau şi sub 0,5 ca şi peste 1 g/l	42 puncte de obs. Rez. mineral total predominant 0,5-1g/l; numai în două foraje s-a depăşit 1 g/l .Prezenţa NO_3 peste limita admisă, în localităţi.	S-au folosit 36 puncte de obs. Din cercetările până în 1988, în marea majoritate a punctelor de obs. reziduu mineral fix s-a înscris între 0,5 şi 1 g/l.	S-a urmărit în 60 puncte de recoltare. În anul 1988 reziduu mineral total a fost între 0,5 şi 1 g/l pe 77% din suprafaţă şi între 1 şi 2 g/l pe 23% din suprafaţă. Au fost fluctuaţii de la un an la altul.

TABEL SINTETIC

privind evoluția în timp a marilor sisteme de irigații în condițiile naturale ale României (interrelația factor antropic-factori de mediu), rezultat al investigațiilor și monitorizării efectuate în cadrul programului de cercetare „Exploatarea și modernizarea amenajărilor de irigații din ICITID" (responsabil de program dr. ing. N. Grumeza, coresponsabil dr. ing. Cr. Klepș)

CÂMPIA OLTENIEI

1	Sistemul de irigații	NEDEIA – MĂCEȘU	SADOVA – CORABIA (ulterior transformat în 3 sisteme administrative: Dăbuleni, Amărești și Potelu)
2	Județul	Dolj	Dolj (cea mai mare parte) și Olt
3	Suprafața (ha)	55620	79500 din care 63500 pe terase și 16000 ha în luncă.
4	Sursa de apă	Dunărea	Dunărea
5	Anul (perioada) dării în exploatare	1979-1982 (eșalonat)	1972-1974 (eșalonat)
6	Tipuri de amenajare	Ploturi din conducte de înaltă presiune și pentru bivalență, inclusiv din conducte de joasă presiune, pe suprafețe egale din total, alimentate din canale căptușite 85%.	Ploturi de 530 ha, cu apă preluată din canale căptușite integral cu folie de polietilenă, lestată cu dale din beton.
7	Metode de irigare	- aspersiune din ploturile de înaltă presiune. - brazde din ploturile bivalente.	Aspersiunea, în exclusivitate, cu aripi mutate manual.
8	Caracteristicile prizelor de apă	Stația de pompare SPA. 1 cu Q = 42 m^3/s cu PI = 6 MW refulează în canalul din luncă de cca 6 km, iar de aici din SPA 2 debitul de 39 m^3/s este refulat pe terasă. PI + repompările = 48,2 MW. Puterea totală instalată (PTI) din SPA 1 + SPA2 + repompările + SPP = 95,1 MW.	Debitul de 54 m^3/s este preluat gravitațional din Dunăre printr-un canal cu adâncimi cuprinse între 5 și 7 m, traversând lunca pe 10,5 km (canal Co). Din luncă debitul de 44 m^3/s este refulat la cota 61 m printr-o stație (L_1) de o putere de 65 MW. Urmează o a doua stație de pompare (L_2) după 7,10 km canal care refulează debitul de 24,5 m^3/s la cota de 94 m. Mare parte din luncă este prevăzută a se iriga din apa freatică.
9	Geomorfologia	a) Câmpia înaltă piemontană 35% din suprafață = platouri largi presărate cu crovuri (1-5 ha). b) Câmpia joasă 65%, unde sunt 5 terase: joasă (Ciuperceni) =8-12 m, inferioară (Corabia) =15-22 m, superioară (Băileşti)= 27-35 m, înaltă (Flămânda) = 50-60 m, veche (Perișor) 70-80 m. Relief ușor ondulat.	16000 ha luncă, iar 63500 ha se află pe 5 terase: Perișorul, învecinat cu Câmpul înalt, apoi Flămânda, Băileşti, Corabia și Ciuperceni. Este o etajare de la 120 m Câmpul înalt (unde cuprinde o mică porțiune), la 25 m, lunca.

10	Solul		Tip cernoziomic pe 75% din suprafață. Partea de nord = sol brun-roşcat = 25% din suprafață. Spre sud cernoziomurile cambice tipice, cernoziomuri luto-nisipoase şi petice de soluri slab solonetizate. Recoltarea din profilele de control în 1982 = conținut de reziduu mineral total variind între 30 şi 70 mg/100 g sol, mai rar s-a ajuns la 130 mg/100 g sol (adâncimea profilelor 200 cm). Concentrația creşte spre adâncime.	Pedologic, solurile din această zonă se împart în două categorii: partea de vest cu predominanța nisipurilor (solurile cele mai sărace din România) şi partea de est cu cernoziomuri nisipoase. În zona vestică se întâlnesc frecvent dune şi interdune, modelate la amenajare.
11	Apa freatică	Nivel	În perioada studiilor pentru proiectare (1981) din suprafața de 55620 ha, 93% avea nivelul freatic mai jos de 5 m. După amenajare, nivelurile mai scăzute de 5 m s-au redus procentual treptat ajungându-se în 1988 la 75%. Între 3 şi 5 m = 14%, între 2 şi 3 m = 9% şi între 1 şi 2 m = 2%, tot în 1988. Cele mai importante creşteri de niveluri s-au produs în forajele din terasa din jurul localităților Podea, Măceşu de Sus. Creşteri de până la 5 m, în 4 ani, Valea Stanciului etc. În marea majoritate la cele cu adâncime de până la 4-5 m s-au înregistrat scăderi.	În anul 1970, nivelul freatic mai coborât de 5 m şi mergând uneori până la 20-30 m era pe 95% din suprafață. Numai 5% era cu nivel mai ridicat de 5 m. În anul 1974, nivelul mai coborât de 5 m era pe 40% din suprafață (terase), reducându-se la 16% în 1981 şi crescând la 34% în 1988. Suprafețele cu niveluri la 1-2 m au crescut de la 10% în '74 la 25% în '80, scăzând la 14% în 1988. Cele de la 0-1 m = 24% în 1980 şi sub 1% în anul 1988. Nivelul sub 5 m a variat între 5 şi 10 m.
12		Chimism	În ceea ce priveşte chimismul, reziduul mineral total pe marea majoritate a teritoriului acestui sistem s-a înscris între 0,5 şi 1 g/l; au fost semnalate şi depăşiri ale limitei conținutului în NO_3 într-un număr restrâns de foraje.	Chimismul (reziduu mineral total) s-a înscris în toată perioada de la amenajare între 0,5 şi 1 g/l cu unele fluctuații.
13	Observații			În acest sistem de irigație căptuşeala canalelor (folii lestate cu dale) a dat cele mai bune rezultate: randamentul sistemului fiind peste 90-95%. Probleme cu nitrații au apărut mai ales în zona localităților.

TABEL SINTETIC

privind evoluția în timp a marilor sisteme de irigații în condițiile naturale ale României (interrelația factor antropic-factori de mediu), rezultat al investigațiilor și monitorizării efectuate în cadrul programului de cercetare „Exploatarea și modernizarea amenajărilor de irigații din ICITID" (responsabil de program dr. ing. N. Grumeza, coresponsabil dr. ing. Cr. Kleps)

CÂMPIA OLTENIEI

1	Sistemul de irigații	TERASA CORABIA	STOENEȘTI
2	Județul	Olt	Olt
3	Suprafața (ha)	38000 cu unele modificări ulterioare. În 1988 = 35138	23100 ha în 1988.
4	Sursa de apă	Dunărea	Râul Olt (la început foarte bună; din 1980 cu probleme, discutabilă din 1995).
5	Anul (perioada) dării în exploatare	1974 (32000 ha),1976 total (38000 ha)	2000 ha în 1960, 8500 ha în 1965, 16700 ha în 1970 și 23100 ha în 1988.
6	Tipuri de amenajare	Ploturi formate din conducte îngropate, alimentate centralizat cu stații de punere sub presiune (SPP), pe 94% din supraf. 6% se irigă direct din canale căptușite integral.	Amenajarea inițială: canale necăptușite în cea mai mare parte care alimentau agregate mobile de aspersiune de tip APT. S-a modernizat treptat prin transformare în ploturi cu conducte, pe 80% din suprafață până în 1988.
7	Metode de irigare	Aspersiunea pe 98% din supraf. Brazde 2% pentru legume.	Aspersiunea pe 90% din suprafață. Brazde (legume): 10%.
8	Caracteristicile prizelor de apă	Stația de pompare Celeiul (continuare oraș Corabia). Q instalat 27 m^3/s refulat la cota 49 prin două fire conducte lungi de 3 km și cu Φ = 2,10 m fiecare. O repompare (SRP 5= 9,5 m^3/s) mai sunt încă 4 repompări cu debite: 1,2-3,5 m^3/s. Pt inst. 58,4 MW. Lungimea totală a canalelor de aducțiune și distribuție (căptușite integral) =98 km. Canale evacuare=21 km.	Priza de apă este prin stația de pompare în dreptul localității Stoenești, cu o putere instalată de 15,8 MW. A suferit multe transformări (inițial a fost o stație termică cu multe probleme). Vor mai urma modificări în legătură cu regularizarea Oltului.
9	Geomorfologia	Amplasat în Câmpia Estică a Olteniei la confluența Oltului cu Dunărea. Pantele terenului = 2-3 ‰, cu crovuri. Geotehnic =loessuri insensibile la înmuiere.	Amenajările din cadrul acestui sistem se desfășoară pe 3 terase ale Oltului (Stoenești, Hotărani și Caracal), delimitate de Câmpul înalt. Terasele se desfășoară în evantai, se succed cu diferențe mici de nivel. Se caracterizează printr-o fragmentare mai accentuată pe terasele Caracal și Hotărani (văi).

10	Solul		În marea majoritate: cernoziomuri cu fertilitate ridicată. Textura medie. Control evoluţie, două etape 1974 şi 1988, profile până la 150 cm. În ambele etape reziduu mineral = 20-50 mg/100g sol, pH între 7 şi 8. Nu s-au constatat acumulări în timp în ceea ce priveşte reziduu mineral total. Recoltare probe din 15 în 15 cm.	Solurile sunt aproape în exclusivitate de tip cernoziomic, cu fertilitate bună (humus 3-4%), reacţie relativ acidă şi grad de saturaţie cu baze, redus. Local la contactul dintre terase s-a constatat pe supraf. restrânse tendinţă de lăcoviştire. Evoluţia solului s-a urmărit din 2 în 2 ani prin 12 puncte de control, până la 150 cm adâncime. Conţinutul de reziduu mineral s-a menţinut scăzut între 20 şi 80 mg/l la 100 g sol în 20 de ani urmăriţi, fără probleme.
11	Apa freatică	Nivel	În perioada studiilor pentru proiectare (1969-1971), nivelul freatic a fost mai coborât de 5 m, predominând chiar cele de 15-20 m pe o supraf. reprezentând cca 90% din totalul supraf. La intrarea în funcţiune la capacitatea totală, reprezintă 80% reducându-se treptat până în 1980, când reprezenta 65%, menţinându-se aşa până în 1982, crescând până în 1983 la 74%, iar în 1988 a cuprins 71 % din totalul supraf. Nivelul freatic mai sus de 2 m s-a menţinut în proporţie de 2,5% toată perioada până în 1988. Supraf. cu nivel freatic între 2 şi 3 m a crescut de la 2% în 1976, la 9% în 1983 şi apoi 7% în 1988.	În perioada efectuării studiilor pentru proiectare: anul 1951, pe cca 90% din suprafaţa nivelului freatic era mai coborât de 5 m, între 5 şi 20 m; numai pe o fâşie restrânsă de-a lungul Oltului (Terasa Stoeneşti) se află între 2 şi 5 m. Totodată la contactul dintre terasa Hotărani şi Stoeneşti au apărut suprafeţe restrânse cu exces de apă, fenomen explicabil în asemenea condiţii. Din 1970 s-au făcut observaţii sistematice (1 –2 ori pe an) din 70 de puncte de observaţii. În 1970, suprafaţa cu nivel freatic mai coborât de 5 m, reprezenta 25% (comparativ cu 90% în 1951). Aproximativ în aceeaşi proporţie se aflau cele între 3 şi 5 m. Pe 50% predominau nivelurile mai sus de 3 m. Nivelul mai jos de 5 m depăşind şi 10 m se întâlneşte pe 25% în 1979 . În 1988 (70 puncte de observaţii), ajunge la 75 % din suprafaţa totală.
12		Chimism	Ca şi în cazul celorlalte sisteme din Oltenia, pe cea mai mare parte a supraf. Din sistemul Terasa Corabia reziduu mineral s-a înscris între 0,5 şi 1 g/l.	La proiectare (1951)= 0,4-0,9 g/l. După 25 ani de exploatare, la nivelul anului 1988 = 0,6-0,9 g/l (probe din 24 de puncte).
13	Observaţii		În sistemul Terasa Corabia s-au executat cel mai bine căptuşelile din tipul: dale rostuite cu mortar de ciment, pierderile de apă înscriindu-se între 170 şi 250 l/m^2/zi, mai mici ca în alte sisteme.	Unul din cele 2 mari sisteme de irigaţii realizate în România cu cea mai mare vechime (al doilea realizat cam în acelaşi timp: Terasa Călăraşi), Stoeneşti a beneficiat de drenajul subteran natural al râului Olt. Apa din sursă la proiectare= 0,2 mg/l; ulterior au apărut probleme.

TABEL SINTETIC

privind evoluția în timp a marilor sisteme de irigații în condițiile naturale ale României (interrelația factor antropic-factori de mediu), rezultat al investigațiilor și monitorizării efectuate în cadrul programului de cercetare „Exploatarea și modernizarea amenajărilor de irigații din ICITID" (responsabil de program dr. ing. N. Grumeza, coresponsabil dr. ing. Cr. Klepș)

CÂMPIA OLTENIEI

1	Sistemul de irigații	SISTEMUL HIDROAMELIORATIV DĂBULENI-POTELU-CORABIA	SISTEMUL DE IRIGAȚII CÂMPIA CARACALULUI
2	Județul	Olt	Olt și Dolj
3	Suprafața (ha)	14450	88000
4	Sursa de apă	Dunărea	Râul Olt
5	Anul (perioada) dării în exploatare	Îndiguirea: 1966; Desecarea: 1970; Irigațiile: 1986-1988.	1989
6	Tipuri de amenajare	Pentru irigații: ploturi cu conducte îngropate: 11000 ha+1000 ha din puțuri.	Conducte îngropate, organizate în ploturi alimentate din canale.
7	Metode de irigare	Aspersiunea în exclusivitate.	60000 ha aspersiune, iar 28000 ha bivalent (aspersiune, brazde).
8	Caracteristicile prizelor de apă	Proiectul inițial prevedea irigarea a 14450 ha printr-o stație plutitoare din Dunăre sau din canalul Co (tot din Dunăre pentru Sadova-Corabia). Proiectul nu s-a respectat. Se irigă cea mai mare parte din canalele de desecare prin 4 stații de presiune SPP_1, SPP_2, SPP_3, SPP_4. Primele 2 din canale de desecare și ultimele din Co, total 11.000 ha+1000 prevăzut a se iriga din puțuri. Putere totală instalată 7 MW irig. 4,3 MW, desecări.	Captarea, din acumularea Drăgănești-Olt printr-un canal (CAL) care ia apa gravitațional cu un debit de 58 m^3/s traversând lunca 3,8 km și refulând-o prin stația SPA Fărcașele cu un debit de 51,6 m^3/s, într-un bazin de refulare în Câmpul înalt cu o putere instalată de 21 MW. Puterea totală în sistem este de 126 MW din care pentru repompări = 41,8 MW, iar pentru SPP = 64 MW.
9	Geomorfologia	În Lunca Dunării se întâlnește cel mai clar exemplu de interdependență dintre cele 3 elemente fizico-geografice: uscatul- apa și vântul, la care se adaugă și vegetația. În subunitatea Dăbuleni-Beslii este cea mai mare baltă a Olteniei: Potelu. Aici ostroavele își păstrează aceeași formă lunguiață.	Cuprinde părți din Câmpul înalt Leu-Rotunde, terasele Oltului, Oltețului și Dunării, inclusiv din luncile Oltului și Oltețului. Altitudinea Câmpului Leu-Rotunde =100-170 m. Denumirea teraselor: joasă (T_4 Ciuperceni), inferioară (T_3 Corabia), superioară (T_2 Băilești), înaltă (T_1Flămânda), veche (Tv Perișoru).

10	Solul		Principalele forme de relief = zone joase, depresionare care ocupă 60% şi restul zone înalte (grinduri). Nisipurile sunt prezente pe 10% din suprafaţă (soluri nisipoase). Predomină solurile aluviale în diverse stadii de evoluţie, dispuse mozaicat, de vârste relativ recente. Lăţimea maximă a luncii 8-9 km. Sunt foarte sărace în substanţe nutritive. Cele cu textură fină (luto-argiloase) sunt pe terenurile joase, aici sunt şi soluri de mlaştină aşezate pe un strat de nămol.	Argiluvisoluri cu tipurile: brun-roşcat, brun-roşcate luvice şi brun-luvice, procentual 51%. Molisoluri cu tipurile: cernoziom cambic şi cernoziom argiloiluvial 31%, hidromorfe (lăcovişti şi soluri gleice 3%), soluri neevoluate (psalmosoluri, aluvisoluri, coluvisoluri, erodisoluri 15%).
11	Apa freatică	Nivel	Începând din 1972 s-au efectuat cercetări privind evoluţia nivelului freatic în 70 staţionare hidrogeologice. Factorii de influenţă a acestei evoluţii sunt: nivelurile din Dunăre, precipitaţiile din incintă, inclusiv zonele învecinate, afluxul debitului superficial şi subteran provenind din terasele şi Câmpul înalt, aflate în amonte. Aceste influenţe se manifestă diferenţiat ca intensitate, desprinzându-se clar 3 zone: de sub terasă, centrală şi de-a lungul Dunării. Influenţa se resimte, de asemenea, diferenţiat asupra rezervei de umiditate din sol. Lucrările hidroameliorative constituite din îndiguiri, desecări şi irigaţii au avut o influenţă pozitivă asupra evoluţiei factorilor de mediu.	În anul 1982, la studiile pentru proiectare, suprafeţele cu nivel freatic mai coborât de 5 m şi chiar peste 10 m reprezentau 63% din total. Cele cu nivel mai sus de 3 m reprezentau cca 21%. În anul 1989, suprafeţele cu nivel freatic mai jos de 5 m şi chiar inferior adâncimii de 10 m reprezentau 75,3%, dispărând total suprafeţele cu nivel freatic mai sus de 2 m şi rămânând doar 15% cu nivel între 2 şi 3 m. Deci o îmbunătăţire a situaţiei hidrogeologice.
12		Chimism	În anul 1985, predominau suprafeţele cu reziduu mineral total cuprins între 0,5 şi 1 g/l, în proporţie apropiată se aflau şi cele cu 1- 2 g/l; suprafeţele cu 2-3 g/l se aflau intr-o proporţie restrânsă. În timp, o evoluţie pozitivă.	În ceea ce priveşte reziduu mineral total atât în 1982 cât şi în 1989 au predominat concentraţiile variind între 0,5 şi 1 g/l. În 1982 doar în 2 cazuri, din 50, iar în 1989 în 6 cazuri din 36 s-au înregistrat concentraţii între 1 şi 2 g/l, o situaţie bună. O situaţie proastă în ceea ce priveşte anionul NO_2 s-a înregistrat în 1981 când limitele admise de normele sanitare au fost depăşite în 14 fântâni din 22 şi în 10 din 27 în 1989.
13	Observaţii		Concluziile rezultate din cercetările în această incintă pot fi extrapolate şi în alte unităţi ale Luncii Dunării, având ca limite: zona înaltă (terase şi Câmpul înalt) şi fluviul Dunărea.	

TABEL SINTETIC

privind evoluţia în timp a marilor sisteme de irigaţii în condiţiile naturale ale României (interrelaţia factor antropic-factori de mediu), rezultat al investigaţiilor şi monitorizării efectuate în cadrul programului de cercetare „Exploatarea şi modernizarea amenajărilor de irigaţii din ICITID“ (responsabil de program dr. ing. N. Grumeza, coresponsabil dr. ing. Cr. Kleps)

7.1.2. Spaţiul Olt - Argeş

1	Sistemul de irigaţii	OLT - CALMĂŢUI	TERASA VIIŞOARA
2	Judeţul	Teleorman	Teleorman
3	Suprafaţa (ha)	46760	99573 (83793 pe terasă şi restul în luncă)
4	Sursa de apă	Dunărea	Dunărea
5	Anul (perioada) dării în exploatare	1971-1974 (eşalonat)	1985 (la capacitate totală)
6	Tipuri de amenajare	Conducte îngropate sub formă de ploturi care preiau apa dintr-o reţea de canale, căptuşite: beton monolit + rosturi şi dale (parţial).	Conducte îngropate sub formă de ploturi, preluând apa din canale căptuşite.
7	Metode de irigare	Aspersiunea.	Aspersiunea 85% din suprafaţă (din care 60% centralizat, 25% monofilar), 13% brazde, 2% prin inundare.
8	Caracteristicile prizelor de apă	Staţia de bază la km 592+580 cu un Q = 32 m^3/s. Apa străbate lunca printr-un canal (CA I) până la prima terasă unde este refulată prin SRP 1 la cota 67,5 m în canalul CA II şi transportată 2,5 km la SPP 2 şi SPP 3 care refulează apa la cota 112,5 m în canalele CA III şi CA IV din care derivă 8 canale de distribuţie care alimentează 34 SPP-uri. Reţeaua de canale =124 km, de conducte = 1200 km. Automatizarea pe bază de debite şi telemetric. Puterea instalată pentru pompare şi repompare (fără SPP) = 87 MW din care 6 MW staţia de bază.	Două puncte de priză: SPA Dunărea, care refulează în lacul Suhaia un debit de 69,52 m^3/s, de unde prin SRP I Viişoara este alimentată zona de Câmp înalt şi de terase. A doua : SPA Ruptoasele, pentru zona din luncă. SRP I Viişoara are un debit (Q instalat) = 57,62 m^3/s introdus în canalul magistral (CM) pe distanţa de 27,5 km, căptuşit. Executate 35 staţii de punere sub presiune (SPP), 84 monofilar (SAM) şi 30 monofilar (SPM) care alimentează 1800 km conducte îngropate. Puterea totală instalată = 153 MW.
9	Geomorfologia	Situat în vestul Câmpiei Burnasului. Câmpie alcătuită din depozite loessoide slab fragmentate, cu crovuri şi padine datorită fenomenului de tasare mai ales în partea sud-	Altitudine = 80-100 m în Câmpia Burnasului. Terase cu crovuri din văi (NV-SE) în număr de 6. Toate formele: Câmp înalt, terase, luncă. Pietrişuri de Frăteşti mai jos de

			vestică a zonei. Aspect uniform, cu pante de 5-10‰. Loessuri insensibile la înmuiere (partea de nord); mijloc şi sud; peste 15 m grosime = sensibile.	15 m acoperit de argilă marnoasă şi apoi loess. La contactul dintre terase = izvoare, exces de apă. Loess insensibil la înmuiere. Sub loess, urmează argila roşcată. Perimetru încadrat în Câmpia Burnasului.
10	Solul		În marea majoritate de tip cernoziom. Se întâlnesc şi soluri erodate, unde sunt şi pante. Prima etapă de urmărirea evoluţiei prin profile de control (150 cm adâncime); rezi-duu mineral total = 20-70 mg/ 100 g sol. Mai rar 100 mg. Creşte de la suprafaţă către adâncime (caz aproape general la toate sistemele de până acum). Identificate 27 unităţi de sol. Predomină cele molice, cambice tipice, unele erodate slab. Pe suprafeţe restrânse = cumulice, vermice.	28 unităţi soluri, predominant cernoziomice (tipice, vermice, cambice, cumulice); mai puţin freatic-umede, argiloiluviale. Suprafeţe restrânse, brun-roşcate, aluviale, erodisoluri cambice etc.; foarte restrânse = lăcovişti tipice etc. Depozite de solificare pe terasele Dunării şi ale afluenţilor săi sunt constituite din loessuri cu textură de lut sau lut uşor. Conţinutul de reziduu mineral total, la determinarea din 1985 a avut valori cuprinse între 40 şi 60-80 mg/100 g .
11	Apa freatică	Nivel	La proiectare (1969) avea nivelul situat între 10 şi 25 m. În anul 1976 nu s-au produs modificări esenţiale. Au apărut totuşi şi zone cu adâncimi ale nivelului freatic între 5 şi 10 m, iar în zona canalului D 8, chiar de 2,5 m. Măsurătorile din 1988 nu au constatat, de asemenea, modificări importante.	La proiectare predominau adâncimi =13-20 m. În luncă, 0,5-3 m, în Câmpul înalt este sub presiune, iar în terase este nivel liber. Este cantonată în stratul de pietrişuri de Frăteşti (în stratul acvifer). Coeficientul de filtraţie în Câmpul înalt este de 10-20 m /zi. Permeabilitatea complexului argilo-prăfos are valori cuprinse între 0,10 şi 10 m/zi.
12		Chimism	La determinarea din 1976 în majoritatea punctelor de observaţii apa freatică a avut un conţinut de reziduu mineral între 0,4 şi 0,8 mg/l.	La proiectare = 0,4-1,0 g/l foarte bună. Pe parcurs nu au suferit o evoluţie importantă (valori între 0,6 şi 1,2 g/l) pH = 7,5-7,8.
13	Observaţii		Realizat în cooperare cu o firmă engleză canalele foarte bine căptuşite (beton monolit şi dale rostuite) : randament hidraulic 0,92-0,84. Complet automatizat şi poate cel mai reuşit sistem de irigaţii din România. Pierderile pe monolit 90-135 l/m^2/ 24 ore. La dale = 152-322 l/m^2/ 24 ore.	Nu a ridicat probleme deosebite în evoluţie nici din punct de vedere al solului şi nici al apei subterane.

TABEL SINTETIC

privind evoluţia în timp a marilor sisteme de irigaţii în condiţiile naturale ale României (interrelaţia factor antropic-factori de mediu), rezultat al investigaţiilor şi monitorizării efectuate în cadrul programului de cercetare „Exploatarea şi modernizarea amenajărilor de irigaţii din ICITID“ (responsabil de program dr. ing. N. Grumeza, coresponsabil dr. ing. Cr. Kleps)

SPAŢIUL OLT - ARGEŞ

1	Sistemul de irigaţii	GIURGIU - RASMIREŞTI	MIHAI BRAVU - CHIRNOGI
2	Judeţul	Giurgiu şi parţial Teleorman	Giurgiu şi Călăraşi
3	Suprafaţa (ha)	140790 din care în Giurgiu 93000 ha şi 47790 ha în Teleorman	21369
4	Sursa de apă	Dunărea	Dunărea
5	Anul (perioada) dării în exploatare	În 1978 la capacitatea totală (perioada de execuţie 1974-1977)	1987
6	Tipuri de amenajare	Reţeaua de canale 350 km canale, 70% căptuşite. Conducte 3000 km. Tip de amenajare = ploturi din conducte alimentate centralizat cu SPP.	Conducte îngropate sub presiune pe întreaga suprafaţă: 57% ploturi alimentate centralizat şi 37% - monofilar cu agregate electrice.
7	Metode de irigare	Aspersiunea pe 85% din suprafaţă. Brazde, pe 15% din suprafaţă.	Aspersiunea pe 40% din suprafaţă. 60% bivalent cu posibilităţi pentru ambele: aspersiune şi brazde.
8	Caracteristicile prizelor de apă	Două prize (staţii de pompare plutitoare) Prima staţie: SPA Cama alimentează zona A+C cu un Q = 77,5 m^3/s, care conduce apa la staţia de repompare (SRP_1) Ghizdaru, care refulează în CA Câmpul înalt cu Q = 74 m^3/s. Din canalul CA derivă canalele CA I care deserveşte partea de est a zonei A+C cu un debit Q= 30 m^3 şi CA II pentru partea de vest cu Q= 44m^3/s. Pentru zona B, este SPA Dunărea cu Q= 30 m^3/s, apoi repompat prin SRP Pietrişu. Puterea instalată = 215 MW. La cele două staţii de bază= 15 MW.	SPA Dumescu Q= 26,9 m^3/s, din care pentru Terasa M.B-a= 15,4 m^3/s. Restul, pentru sistemele Gostinu-Greaca-Argeş şi Terasa Nord-Comana. Reţeaua de transport a apei pe terasă =54 km formată din CA lung de 35,3 km şi 6 canale distribuitoare (CD1-CD 6). Staţia de repompare SRP1 Puieni preia apa din CA_0 şi ridică un debit de 15,4 m^3/s pe terasa MB-Ch în canalul CA. În etapa II (inclusiv sistemul Nord-Comana) debitul acestei staţii va fi de 21 m^3/s. Puterea totală instalată =29,6 MW, din care SPA Dumescu=2,52 MW.
9	Geomorfologia	Amplasat 80% Câmpul înalt al Câmpiei Burnasului partea centrală şi nord- estică cu cote de 80- 95 m. Restul de 20% în terasele Dunării: Terasa I 70-80 m (Vieru-Cervenia) şi 65-70 m (Prundu-Radovanu); Terasa II 55-60 m (Bragadiru-Bujoru); Terasa III 35-40 m (Vieru-Pietroşani); Terasa IV 20-25 m (Oinacu-Pietroşani).Crovuri puţine în Câmpul înalt; padini mari din tasare, loess (Stoeneşti, Serpătească). Crovuri numeroase adânci: terasele II şi III (0,7-1,9 crovuri/km^2), terasa IV, privaluri. Fundament geologic= depozite cretacice, marne.	Câmpia de Est a Burnasului cu următoarele formaţiuni: Câmpul înalt, cote 75-90 m între localităţile Mihai Bravu-Prundu urmează trei terase: -Terasa Greaca cu 75-68 m; -Terasa Căscioarele 57-62 m; -Terasa Chirnogi cu 48-55 m. Geotehnic= depozite cuaternare de 35-50 m care acoperă 3 categorii: depozite loessoide 8-25 m, argiloase de 30 m şi grosiere. Datorită tasărilor în loessuri sunt prezente crovuri în padine.

			Pe Câmpul înalt= pietrişuri de Frăteşti. Peste acestea depozite argiloase de origine loessoidă de 10-20 m.	
10	Solul		Cernoziomice 70%: apoi, brun-roşcate tipice, molice, aluviale, lăcovişti etc. S-au efectuat două etape de control al evoluţiei: 1977 şi 1988 (18 profile). Constatare= unele tendinţe de acidifiere scăderi ale pH cu 0,5-1 unităţi în 83 faţă de 1977 şi o scădere a sărurilor solubile, probabil datorită unor procese de spălare a bazelor de schimb în urma irigaţiei. Se constată o uşoară tasare, cel mai mult la brun- roşcate. Nu s-a constatat o evoluţie către sărăturare. În proporţie foarte redusă, o uşoară alcalizare. Principal: tasare. Rez. min. 40-80 mg/100 g sol.	64% din suprafaţă: soluri brun-roşcate şi cernoziomuri puternic levigate, 23% cernoziomuri puternic levigate de crovuri şi padine, soluri coluviale pseudogleizate. Diferenţa: cernoziomuri slab levigate.
11	Apa freatică	Nivel	În anul 1978, între 0 şi 5 m =15% din teritoriu. Mai jos de 15 m adâncime= 33%. <u>În anul 1988</u>: între 0 şi 5 m = 3%. Mai jos de 15 m= la fel ca în anul 1978 (33% din suprafaţă). Cele mai ridicate niveluri ale apei subterane au fost în anul 1983 ca efect remanent al perioadei cu exces de precipitaţii: 1969-1972. În anul 1983 situaţia a fost astfel: 0-5 m= 8% din suprafaţă, mai jos de 15 m :22% din suprafaţă, între 5 şi 10 m= 35% din suprafaţă.	La studiile pentru proiectare, nivelul freatic era situat în general la adâncimi mai coborâte de 10-15 m. În cadrul cercetărilor sistematice privind comportarea în exploatare, în anul 1988 s-a constatat, de asemenea, ca nivelul predominant, cel depăşind în adâncime 10 m. Dar s-au identificat în lunca Argeşului şi niveluri situate la 3-5 m, ca şi niveluri pe terase depăşind 25-35 m.
12		Chimism	În anul 1977 predominau suprafeţele cu reziduu mineral cuprins între 0,5 şi 1,0 g/l în proporţie de 60% din teritoriu (sub 0,5 g/l = 3% şi între 1 şi 2 g/l = 37%). În anul 1988 suprafeţele cu reziduu mineral între 0,5 şi 1 g/l = 70%, între 1 şi 2 g/l = 30%.	Reziduu mineral total în 1988 a fost pe cea mai mare parte din suprafaţă între 0,5 şi 1 g/l.
13	Observaţii		Comportare căptuşeli. Cele cu dale mari, pierderi 240-350 l/m^2/24 ore; cele cu dale mici 320-350 l/m^2/24 ore. Pe necăptuşite 600 l/m^2/ 24 ore. Rosturi degradate datorită fenomenului de îngheţ-dezgheţ:30-40%. Exces de apă de-a lungul canalelor. Foarte bine s-au comportat căptuşelile cu „Rahco" pe canale principale. Începând din 1973 (după precipitaţiile abundente din 1969-1972) au apărut straturi suspendate de apă (la 0,5-1 m) care cu timpul au dispărut.	

TABEL SINTETIC

privind evoluția în timp a marilor sisteme de irigații în condițiile naturale ale României (interrelația factor antropic-factori de mediu), rezultat al investigațiilor şi monitorizării efectuate în cadrul programului de cercetare „Exploatarea şi modernizarea amenajărilor de irigații din ICITID" (responsabil de program dr. ing. N. Grumeza, coresponsabil dr. ing. Cr. Klepş)

7.1.3. Spațiul Olt – Argeş- Ialomița

1	Sistemul de irigații	CĂTEASCA – TEIU	MOSTIŞTEA (Complex hidroameliorativ)
2	Județul	Argeş (98%) diferența în Dâmbovița	Călăraşi, cca 190.000 ha şi în Ialomița+ fostul sector agricol Ilfov=cca 50.000 ha
3	Suprafața (ha)	22800 (amenajat în 2 etape, I în 1976, a II-a în 1987)	240.000 ha
4	Sursa de apă	Râul Argeş	Dunărea prin Valea Mostiştei= cca 191.000 ha + Ialomița cca 49.000 ha
5	Anul (perioada) dării în exploatare	În două etape. Etapa I =7000 ha în 1976. Etapa a II-a, 1987, diferența.	1988 (la capacitatea totală, cu unele restanțe)
6	Tipuri de amenajare	Conducte îngropate şi ploturi alimentate de SPP	Conducte îngropate (ploturi) cu apă din canale prin SPP
7	Metode de irigare	Aspersiune în exclusivitate	Aspersiunea pe întreaga suprafață dar pe 14% se poate şi brazde (bivalent)
8	Caracteristicile prizelor de apă	Sursa de apă râul Argeş SPA Goleşti cu un Q instalat de 11,1 m^3/s, înălțime 25 m cu o putere inst. =5,2 MW. Puterea totală inst. 18 MW. Debitul este introdus în canale, care practic sunt impermeabile (chiar necăptuşite), dacă funcționează pline. În cazul alternanțelor se produc gonflări şi deformări ale secțiunii.	Canal priză, de la Dunăre la dig pe 1 km, de aici prin luncă 9,5 km cu un Q= 167 m^3/s. Urmează 5 lacuri de acumulare pe cursul văii Mostiştea + canalul Ialomița –Mostiştea. Din aceste lacuri în care apa se introduce prin pompare peste dig din Dunăre pe valea Mostişte se irigă: 80849 ha (lac Iezer), 63540 ha (lac Frăsinet), 19427 ha (lac Gurbăneşti), 8195 ha (lac Fundulea), 19000 ha (lac Măriuța)+49000 ha din Ialomița (acumulare Dridu). Total =240.000 ha. La capătul aval al canalului de priză debitul de 167 m^3/s este pompat peste dig printr-o stație plutitoare, în canalul din luncă. În continuare, apa este pompată peste fiecare din digurile constituite pentru crearea lacurilor de acumulare.
9	Geomorfologia	Amplasat pe 5 terase ale Argeşului pe pământuri fine argiloase, cu grosimi de 2-5 m în terasele I, II şi III şi de 4-6 m, în terasele IV şi V. Relief fragmentat cu numeroase văi	Geomorfologic este constituit dintr-o câmpie în trepte, pornind din Lunca Dunării cu înălțimi cuprinse între 15 şi 18 m şi crescând spre Ialomița. Înălțimea medie a acestui perimetru = 55 m. Formele secundare= terase,

			(0,16 km/ha). Predomină pantele de 7‰ şi 5%.	crovuri şi dune consolidate. Valea Mostiştei are lăţimi = 300-1400 m, şi adâncimi peste 30 m. Geologic= format din depozite cretacice peste care s-au suprapus nisipurile şi pietrişurile de Frăteşti şi apoi , în continuare loessul cu grosimi de 15-30 m.
10	Solul		Prima etapă de control, în anul 1986. S-au identificat 17 unităţi de soluri, cu predominanţa celor aluviale, a psalmosolurilor şi iluvisolurilor în diferite stadii de pseudogleizare şi gleizare. Drenaj intern şi extern defectuos = perioade de exces de umiditate şi de deficit. Reacţie acidă. Poluarea în unele cazuri cu substanţe triazinice sau de la combinatul petrochimic. Soluri impermeabile dar prin gonflare pun probleme.	Solul predominant este de tip cernoziomic, la o scară redusă: brun – roşcate, coluviale etc.; soluri irigabile fără restricţii (cernoziomurile în general)= cca 80% din suprafaţă. La amenajare cca 17% erau cernoziomuri freatic umede. Reziduu mineral în 1976 era între 20 şi 60 ml/100 g sol în sistemul Ulmeni.
11	Apa freatică	Nivel	S-au făcut cercetări în 11 puncte de observaţii (foraje, puţuri săteşti), pe suprafaţa de 7000 ha (etapa I dată în exploatare). Perioada de observaţii 1984-1988. Nu s-au constatat modificări semnificative (tendinţa de scădere). Foraje cu niveluri de 20-30 m adâncime, iar altele cu niveluri de 5 şi 8 m adâncime.	În perioada studiilor pentru proiectare (1969-1970) nivelul freatic pe marea majoritate a teritoriului perimetrului Mostiştea era situat mai jos de 5 m. Numai pe o suprafaţă restrânsă la nord de calea ferată Bucureşti – Constanţa era mai sus de 5 m, către suprafaţa terenului. Cercetări din acest punct de vedere s-au făcut în sistemul I (Ulmeni) şi VI (Dor Mărunt) din complexul Mostiştea. Cele prezentate mai sus sunt valabile pentru aceste două sisteme.
12		Chimism		Reziduu mineral în perioada 1969-1970 era cuprins între 0,26 şi 1,4 g/l.
13	Observaţii		Perioada noiembrie – martie, excedent de precipitaţii, respectiv 183 mm, întârziind lucrările agricole de primăvară. În perioada aprilie – septembrie, un deficit de 185 mm precipitaţii, secete prelungite pe un sol dificil. Pagube la neirigat.	Cercetările privind comportarea în exploatare s-au efectuat de ICITID, în cadrul aceluiaşi complex, în 2 sisteme, Mostiştea I (Ulmeni) din 1975 şi Mostiştea VI (Dor Mărunt) din 1982. În Ulmeni (S=21.000 ha) s-a urmărit nivelul freatic în 87 foraje. În 1975, nivelul freatic era mai jos de 10 m pe 54% din suprafaţă, pe restul era între 5 şi 10 m.. În 1988, 35% din suprafaţa de 60.500 ha, la Dor Mărunt avea nivelul freatic mai jos de 5 m. Pe cca 28% din suprafaţă era între 3 şi 5 m. Între 0 şi 2 m pe 13%. Chimismul în ambele= 0,7-1 g/l.

TABEL SINTETIC

privind evoluția în timp a marilor sisteme de irigații în condițiile naturale ale României (interrelația factor antropic-factori de mediu), rezultat al investigațiilor şi monitorizării efectuate în cadrul programului de cercetare „Exploatarea şi modernizarea amenajărilor de irigații din ICITID" (responsabil de program dr. ing. N. Grumeza, coresponsabil dr. ing. Cr. Kleps)

7.1.4. Spațiul Argeş - Ialomița

1	Sistemul de irigații	GĂLĂȚUI – CĂLĂRAȘI	TERASA –CĂLĂRAȘI
2	Județul	Călăraşi	Călăraşi
3	Suprafața (ha)	83.660	9000 (12000 ha, inițial)
4	Sursa de apă	Dunărea	Brațul Borcea derivat din Dunăre
5	Anul (perioada) dării în exploatare	1969 – 1972 (eşalonat)	1960 (printre primele mari sisteme de irigații, alături de Stoeneşti)
6	Tipuri de amenajare	Canale cu preluarea apei de agregate termice APT: 50%; conducte (ploturi) 25%; monofilar 25%.	Conducte îngropate în „ploturi" (modernizat). Inițial, canale necăptuşite.
7	Metode de irigare	Aspersiunea în exclusivitate	Aspersiunea (proiectat pentru brazde, dar transformat)
8	Caracteristicile prizelor de apă	Priza în curent liber (65 m^3/s) până la dig printr-un canal de 200 m. Din bazinul de absorbție al acestuia este refulată peste dig printr-o stație de pompare pentru același debit (65 m^3/s) cu o putere instalată de 9,6 MW, într-un canal compus din 2 diguri paralele (înălțime medie 5 m traversând incinte pe 7 km, ce se încastrează în şirul de lacuri Gălățui, Valea Berzei etc.), pătrunzând adânc în interiorul sistemului (27 km) până la repomparea: H= 32 m (Mihai Viteazu)= 57 m^3/s cu o putere instalată de 28,4 MW. Puterea totală instalată: SPA dig + SRP+SPP= 60 MW.	Sistemul de irigații Terasa Călăraşi, se alimentează prin două stații de pompare, Modelu şi Dichiseni, ambele amplasate la Borcea.
9	Geomorfologia	Amplasat în partea de vest a Bărăganului de Sud în zona Câmpului înalt. Panta generală scade de la nord-vest la sud-est, de la cota 67 m la 18 m. Microrelief relativ frământat: prezența crovurilor cu mare densitate (până la 3-4 crovuri pe km^2 de mari dimensiuni). Material parental loess gros de 32 m la nord, până la 2 m la sud. Loessurile cu sensibilitate redusă la înmuiere. La nord apar şi depozite nisipoase eoliene.	Situat pe terasa Călăraşi-Dichiseni la contactul cu Lunca Dunării (Borcii). O terasă joasă, mărginită la nord cu Câmpul înalt, pe care este amplasat sistemul Gălățui-Călăraşi. În anul 1988, nivelul freatic mai coborât de 5 m se întâlnea pe 30% din teritoriu față de 70% cât se găsea în 1954, în perioada studiilor de proiectare.

10	Solul		Solul în proporţie de 84% (cca 72.000 ha), caracterizat prin cernoziomuri vermice, cernoziomuri vermice moderat carbonatate, cernoziomuri cambice vermice decarbonatate, foarte pretabile la irigat. 14% din suprafaţă, cernoziomuri vermice freatic umede, cumulice, freatic umede. 2% cernoziomuri vermice erodate şi cernoziomuri cambice erodate. Privind evoluţia, s-au executat două etape: în 1972 şi 1984. În 1972 reziduu mineral= 80-100 mg la 100 g sol. În 1984 în scădere:60-80 mg/100 g sol.	Solurile sunt de tip cernoziomic în general, situate pe un substrat loessoid, puţin sensibile la înmuiere. În zonele joase, pe suprafeţe foarte restrânse se întâlnesc lăcovişti şi chiar forme incipiente de sărăturare. Acestea se pot extinde dacă nu se iau măsuri de prevenire, printr-o gospodărire foarte riguroasă a apei. La controlul ICPA din 1972, reziduu mineral s-a înscris între 80-100 mg la 100 g/sol. În 3 profile s-a atins 200 mg/l.
11	Apa freatică	Nivel	Nivelul freatic la proiectare (1966-1968), pe 70.000 ha (84% din suprafaţă) avea nivelul freatic situat mai jos de 5 m, frecvent 10-15 m şi chiar 20-25 m. Suprafeţele cu niveluri mai adânci de 5 m s-au redus până la mai puţin de jumătate faţă de situaţia de la proiectare, ajungând în 1982 la 30.000 ha (efect remanent al excesului de precipitaţii din perioada 1969-1972), datorită pierderilor de apă prin infiltraţii şi condiţiilor climatice din 1981-1982. În schimb cele cu niveluri la 1-2 m au ajuns până la 20.000 ha s-au extins şi cele de la 0-1 m şi au apărut mari suprafeţe cu luciu de apă. Treptat situaţia s-a îmbunătăţit ajungându-se în 1988 la 53% (peste 43.000 ha) suprafaţă cu nivel freatic mai jos de 5 m.	Evoluţia nivelului apei freatice s-a urmărit prin 14 staţionare hidrogeologice sau fântâni începând cu anul 1971. Din cele 14 puncte de observaţii, reziduu mineral a fost cuprins între 0,5 şi 1 g/l în 6 puncte şi între 1 şi 1,5 g/l în 8 puncte. În foarte puţine cazuri s-a ajuns la 2 g/l. Reziduu mineral total are un conţinut ridicat de clor şi sodiu.
12		Chimism	Chimismul apei freatice a evoluat pe parcursul exploatării până în 1988, între 0,5 şi 1 g/l, ca la proiectare. F. rar, pe suprafeţe foarte mici: 1,5 g/l.	În 3 din 14 puncte de observaţii conţinutul de $N\text{-}NO_3$ a depăşit normele sanitare admise.
13	Observaţii		Din suprafaţa secţiunii canalelor (perimetrul muiat de cca 2600000 m^2), cca 100000 m^2 au rămas necăptuşiti. Dar şi ce s-a căptuşit prezenta pierderi mari de apă.	Terasa Călăraşi, împreună cu Stoeneşti, primele mari sisteme din România, ambele proiectate pentru brazde, cu canale necăptuşite, dar transformate pentru aspersiune.

TABEL SINTETIC

privind evoluția în timp a marilor sisteme de irigații în condițiile naturale ale României (interrelația factor antropic-factori de mediu), rezultat al investigațiilor și monitorizării efectuate în cadrul programului de cercetare „Exploatarea și modernizarea amenajărilor de irigații din ICITID" (responsabil de program dr. ing. N. Grumeza, coresponsabil dr. ing. Cr. Kleps)

SPAȚIUL ARGEȘ - IALOMIȚA

1	Sistemul de irigații	JEGĂLIA	PIETROIU – ȘTEFAN CEL MARE
2	Județul	Călărași	Amplasat parțial în jud. Călărași și parțial în Ialomița
3	Suprafața (ha)	21900	54.400 (ulterior s-a divizat în două sisteme: Pietroiu și Ștefan Cel Mare)
4	Sursa de apă	Borcea (un braț al Dunării)	Borcea (un braț al Dunării)
5	Anul (perioada) dării în exploatare	În două etape: 3000 ha în perioada 1959-1961 și 18893 ha între 1967 și 1969.	1973
6	Tipuri de amenajare	Conducte îngropate (ploturi)=44,2% din suprafață, canale deschise și APT= 44,4% și monofilar = 9,4%.	Conducte îngropate (ploturi)=32%, monofilar= 30%, canale, jgheaburi și APT= 38%
7	Metode de irigare	Aspersiunea = 86,5% din suprafață și brazdele= 13,50% din suprafață.	Aspersiunea.
8	Caracteristicile prizelor de apă	SPA Borcea cu o putere instalată de 3,0 MW amplasată în spatele digului de apărare, apa fiind refulată în canalul de aducțiune-luncă (la niveluri mari pătrunde și gravitațional). Canalul de luncă (zona îndiguită) este întrerupt de lacul Jegălia. La capătul din aval, al celui de al doilea tronson de canal (după lac) este (SRP baza terasei) cu un debit de 24,3 m^3/s și cu o putere instalată de 12,6 MW. Puterea totală instalată în sistem = 25,3 MW. Apa este introdusă în 2 canale pentru: amenajarea veche și nouă.	Stația de bază amplasată lângă comuna Borcea absoarbe un debit Q= 51 m^3/s și-l refulează la o înălțime de 42 m în canalul CA pe terasa înaltă, cu o putere instalată de 27,3 MW. Puterea totală în sistem = 58,8 MW. Rețeaua de canale mari: CA=13,3 km, CA 1= 12,3 km, CA 2= 27,1 km. Canale de distribuție= 135 km. Căptușeli cu dale rostuite cu mortar numai pe 258.000 m^2 din total secțiune muiată de 1.871.440 m^2. Majoritatea covârșitoare, necăptușită.
9	Geomorfologia	Sistemul este amplasat pe terasele Dunării, Câmpia Ciulniței, cu altitudini de 20-40 m. În general plan, dar sunt prezente crovurile. Geologic= fundament cretacic, la suprafață= nisipurile de dună și loessurile. La adâncime loessul prezintă o stratificație accentuată, la 12 m= un strat de sol fosil format din luturi cafenii cu permeabilitate redusă.	Sistemul de irigații include două mari unități de relief: Câmpia Ciulniței și Podișul Hagieni, între care se interpune Depresiunea Jegălia, Câmpia Ciulniței se prezintă ca o șea întinsă între Câmpia Lehliu în vest și Podișul Hagieni în est, ambele cu altitudini de 60 m. Microrelief parțial, plan, frământat și foarte frământat.

10	Solul		Solurile sunt aproape în exclusivitate de tip cernoziomic, caracterizate printr-o bună fertilitate. Controlul evoluției s-a făcut în 2 etape 1971 și 1979. În prima etapă, 1971, reziduul mineral total varia între 50 și 60 mg la 100 g/sol. În etapa din 1979 s-a înregistrat o ușoară creștere: 70-80 mg la 100 g/sol. A fost un număr de 10 profile cu recoltare din 20 în 20 cm până la adâncimea de 120 cm.	Solurile= în cea mai mare parte= de tip cernoziomic, bogate în humus cu textură medie în general. Pentru evoluția solurilor s-au efectuat două etape de control: prima în 1973 și a două în 1982, pe profile adânci de 1,6-2 m, din 20 în 20 cm. Reziduu mineral total a variat între 40 și 80 mg la 100 g sol în ambele etape cu diferențe nesemnificative.
11	Apa freatică	Nivel	În perioada studiilor pentru proiectare, pe cea mai mare parte a teritoriului amenajat (anul 1966), predomina nivelul mai coborât de 20 m. În anul 1971, la doi ani de la intrarea în funcțiune a sistemului la capacitatea totală predominau nivelurile cuprinse între 15 și 20 m (pe 90% din suprafață). Din acest an și până în 1983, această categorie de niveluri a scăzut cu o rată de cca 6-7% din suprafață, ajungându-se ca în anul 1983 această categorie de niveluri să reprezinte doar 10% din suprafață. În această situație s-a menținut până în anul 1988, cu ușoare fluctuații de la un an la altul. În schimb s-au extins suprafețele cu niveluri ale apei freatice cuprinse între 10 și 15 m, cele de la 5-10 m și chiar cele de la 3-5 m.	În anul 1968 în perioada studiilor pentru proiectare, cea mai mare parte a suprafeței sistemului, avea nivelul apei subteran, mai coborât de 20 m. Spre limita vestică suprafețe restrânse prezentau și niveluri cuprinse între 5-10 m, iar spre cea estică, predominau niveluri cuprinse între 40-50 m. Începând din anul 1973 și până în 1988 (timp de 15 ani) nivelurile mai coborâte de 30 m au fost în proporție de cca 30% din teritoriu, cele între 15-30 m au ajuns la 20%, iar cele între 5 și 15 m în proporție de 45%, cele mai sus de 5 m, în proporție de 5%. În anul 1988 niveluri mai coborâte de 50 m s-au înregistrat într-un procent de cca 3% din suprafață.
12		Chimism	În perioada 1971-1988 au fost recoltate și analizate probe din 12 staționare hidrogeologice caracteristice. În marea majoritate reziduu mineral s-a înscris între 0,5 și 1 g/l. În 3 foraje s-a ajuns la 2-3,5 g/l.	În perioada 1973 și până în 1988 concentrația în reziduu mineral a apei subterane s-a înscris între 0,5 și 1 g/l pe majoritatea covârșitoare a suprafeței. Depășiri ale limitei maxime, mergând spre 2 g/l au fost foarte rare, accidentale.
13	Observații		Sistemul de irigații Jegălia împreună cu Pietroiu- Ștefan Cel Mare și Terasa Bordușani se caracterizează cu adâncimi mari ale nivelului apei subterane, a căror variație este supusă unor influențe mai complexe diferite de cele la care s-a făcut referire în cele prezentate anterior.	Sistem de irigații cu niveluri coborâte ale apei subterane, chiar mai mult decât în sistemul vecin Jegălia.

TABEL SINTETIC

privind evoluția în timp a marilor sisteme de irigații în condițiile naturale ale României (interrelația factor antropic-factori de mediu), rezultat al investigațiilor și monitorizării efectuate în cadrul programului de cercetare „Exploatarea și modernizarea amenajărilor de irigații din ICITID" (responsabil de program dr. ing. N. Grumeza, coresponsabil dr. ing. Cr. Klepș)

SPAȚIUL ARGEȘ - IALOMIȚA

1	Sistemul de irigații	BORDUȘANI – FĂCĂIENI	BERCENI – VIDRA – FRUMUȘANI
2	Județul	Ialomița	Ilfov
3	Suprafața (ha)	22.915	10285
4	Sursa de apă	Borcea – braț al Dunării	Argeș prin Sabar
5	Anul (perioada) dării în exploatare	.1981 – 1984	1978 la capacitatea totală
6	Tipuri de amenajare	Conducte îngropate (ploturi) alimentate prin SPP din canale pe 16152 ha și monofilar pe 6763 ha.	.Conducte îngropate (ploturi), apa preluată din canale cu SPP.
7	Metode de irigare	Aspersiunea în exclusivitate	Aspersiunea pe 7100 ha, diferența prin brazde
8	Caracteristicile prizelor de apă	Stație plutitoare la sursă (lângă localitatea Făcăieni Q= 18,2 m^3/s). Putere instalată 3,2 MW. Refulează într-un canal care traversează lunca (1,5 km) până la terasa unde apa este preluată de o stație de pompare fixă de la baza terasei, care refulează apa la cota 28, întregul debit într-un bazin de refulare de unde pornește spre nord canalului CD 1 de 7 km și spre vest CA1, lung de 8,3 km. În interior sunt stații de repompare.	Sursa de apă de la barajul ICAB Ogrezeni pe râul Argeș, de unde este preluat un debit de 8 m^3/s și transportat în Sabar printr-un canal lung de 3000 m. Aici prin stația de pompare SPA Jilava se pompează un debit de 6,6 m^3/s la o înălțime de 17,5 m, printr-o conductă cu Dn= 1600 mm și lungă de 200 m, în canalul CA căptușit cu dale rostuite cu mortar. Puterea instalată în SPA Jilava = 1,6 MW, iar în celelalte stații 6,8 MW, total.
9	Geomorfologia	Amplasat în Bărăganul de sud în cadrul căruia de la est la vest se disting două terase și Câmpul înalt (Podișul Hagienilor). Terasa I = 20-40 m, terasa II =40-60 m. Podișul Hagienilor are altitudine de 60-80 m. Terasele se caracterizează prin numeroase crovuri mari ca dimensiuni. Geologic: loessuri de 45 m pe podiș și de 15-35 m pe terase.	Perimetrul irigat este situat în unitatea morfologică a interfluviului Argeș-Dâmbovița, câmpie fragmentată de văi mici cu versanți lini, exceptând zonele de trecere de la câmpie la terasa cu pante mai mari. În interiorul zonei: forme depresionare închise, cu suprafețe variind de la 1 ha, la 10-15 ha, și mai mult, cu stagnări de ape în perioade ploioase.

10	Solul		Solurile în proporţie covârşitoare: de tip cernoziomic. Pe 90% din suprafaţa = cernoziomuri tipice, tipice carbonatice, vermice carbonatice, cambice cumulice şi foarte puţin la est = bălan tipic. Controlul evoluţiei = ICPA în 11 puncte de control, în două etape 1985 şi 1988. Pe adâncimea de 1,20 m reziduu mineral total = 55-80 mg la 100 g sol. Unul singur: (134 mg la 100 g sol). Cu conţinut ceva mai ridicat în adâncime: 190-250 mg la 100 g sol la Stolnica şi de 125-170 mg la 100 g sol la Vlădeni. Nu s-au constatat modificări semnificative de la o etapă la alta.	Cernoziomuri, proporţie de cca 70% (cambice, argilo-iluviale), apoi brun-roşcate cernoziomoide. Textura, în general medie către grea. În proporţie mai redusă= soluri cu caracter gleic ocupând cca 10% din suprafaţa. În proporţie de 4%= lăcovişti. Prima etapă de cercetare a evoluţiei solului (ICPA în colaborare cu ICITID) a fost în 1977. S-au efectuat 14 profile pe 150 cm adâncime. Reziduu mineral total în cele mai multe cazuri= 40-60 mg la 100 g/sol.
11	Apa freatică	Nivel	În anul 1984, la intrarea în funcţiune la capacitatea totală, nivelul apei subterane pe majoritatea suprafeţei era la adâncimi mari şi foarte mari. Pe jumătatea de vest predomină adâncimile cuprinse între 30 şi 60 m, iar pe cealaltă: 20 şi 30 m. Pe mijlocul suprafeţei de vest se întâlneau şi adâncimi de 70 m, după cum spre est se întâlneau şi adâncimi de 15-20 m. Local la limita nordică s-au întâlnit, pe o suprafaţă cu totul restrânsă adâncimi de 5-10 m. Din cauza stratificaţiei, se găsesc şi ochiuri de apă suspendate, cu durată temporară.	Evoluţia nivelului apei freatice s-a efectuat prin 10 staţionare hidrogeologice, anual în două etape: primăvara şi toamna. În perioada studiilor pentru proiectare (luna martie 1972), pe cea mai mare parte a suprafeţei (75%) nivelul freatic era mai coborât de 5 m, respectiv era între 5 şi 10 m şi numai pe 5% între 2 şi 3 m. În continuare, din 1977, până în 1988 s-au produs unele modificări: astfel în 1978 când sistemul e intrat în funcţiune, pe 70% din suprafaţă nivelul era mai jos de 5 m, pe 30%, între 3 şi 5 m. În anul 1988, pe cca 92% din suprafaţă nivelul era mai jos de 5 m şi pe cca 8%, cuprins între 3 şi 5 m.
12		Chimism	În anul 1984, din 5 foraje analizate, în două conţinutul de reziduu mineral a fost de 0,5 g/l, în unul 0,8 g/l, iar în alte două: 1,4-1,6 g/l. La recoltarea din 1988 = uşoare creşteri la unele şi uşoare scăderi la altele.	S-au recoltat şi analizat probe din 10 staţionare hidrogeologice, anual. Din cercetările în perioada 1977-1988 reziduul mineral total s-a înscris aproape în exclusivitate între 0,5 şi 1 g/l, foarte rar a fost în afara acestor limite.
13	Observaţii		Concluziile cercetătorilor ICITID privind comportarea canalelor construite pe loessuri de grosimi mari: comportarea cea mai bună a canalelor căptuşite etanş încă din prima fază (din construcţie, cu folii acoperite cu dale din beton). Pe cele căptuşite cu dale rostuite cu mortar de ciment s-au produs uşoare tasări. Pe cele necăptuşite = pierderi stabilizate de 650 – 750 l/m²/zi şi 1600 l/m²/zi, şi chiar unele prăbuşiri.	În viitor trebuie să se acorde atenţie deosebită monitorizării şi a apei din sursa de apă pentru irigat (Sabar şi Argeş), întrucât sunt posibile unele poluări cu ape impure, provenite de la diverse folosinţe industriale sau domestice.

TABEL SINTETIC

privind evoluția în timp a marilor sisteme de irigații în condițiile naturale ale României (interrelația factor antropic-factori de mediu), rezultat al investigațiilor și monitorizării efectuate în cadrul programului de cercetare „Exploatarea și modernizarea amenajărilor de irigații din ICITID" (responsabil de program dr. ing. N. Grumeza, coresponsabil dr. ing. Cr. Kleps)

7.1.5. Spațiul Ialomița - Siret

1	Sistemul de irigații	TERASA BRĂILEI	TERASA VIZIRU
2	Județul	Brăila	Brăila
3	Suprafața (ha)	71500 împărțită în 3 sisteme (inițial) Cazasu, Movila Miresei, Valea Cânepii	333300
4	Sursa de apă	Dunărea	Dunărea
5	Anul (perioada) dării în exploatare	În două etape 21500 Terasa Brăilei Nord în 1971 și 50000 ha în 1973 Terasa Brăilei Sud.	1974
6	Tipuri de amenajare	Conducte îngropate (ploturi cu SPP) = 22880 ha, conducte îngropate + agregate termice 24740 ha; jgheaburi, canale + agregate termice = 21580 ha, bivalent = 2300 ha.	Conducte îngropate în ploturi = 62% din suprafața, pe rest, 28% = monofilar.
7	Metode de irigare	Aspersiunea 96,8 %, brazde = 3,2%	Aspersiune, foarte puțin brazde: legume.
8	Caracteristicile prizelor de apă	Pisc Brăila (km 165 +900) pentru Terasa Brăilei nord, Gropeni (km 196) pentru Terasa Brăilei Sud. Tot pentru Terasa Brăilei Sud se folosește ca sursă de apă Galeria de evacuare a termocentralei Chiscani. Amenajarea interioară totalizează 320 km canale căptușite, 90 km jgheaburi și 1100 km conducte îngropate. Au fost prevăzute 53 stații de pompare din care 31 pe rețeaua de irigație.	Punctul de priză pe Dunăre, la km 221 + 650 m. Apa este refulată într-un canal care traversează lunca după dig din care un debit de 23 m^3 este preluat de la cota 7, 5 și refulat la cota 22,5 în terasă, pentru sistemul Terasa Viziru, prin intermediul stației de repompare SRPA 01 cu o putere instalată de 6,3 MW. Lungimea totală a canalului de aducțiune = 23,9 km alimentând 10 canale de distribuție.
9	Geomorfologia	Microrelief specific de tip Bărăgan (crovuri cu frecvență de 0,2/km în partea de est și 1,8 /km la vest), cu interfluvii largi cu altitudini reduse 20-30 m în partea de nord, 30-40 m spre nord-est (limita terasei) și 5-10 m în zonele depresionare. În depresiunile adânci + lacuri sărate alimentate din apă freatică și precipitații (Lacul Alb, Comăneasca, Selca, Plopu, Lacu Sărat etc.) .	Situat în proporție de 80% pe Câmpul Viziru cu relief relativ plan 17-26 m (NMN) străbătut de areale depresionare, și de crovuri cu drenaj extern redus. Diferența, pe Câmpul Urleasca situat în nord-vestul sistemului; cu Valea Iencii având o adâncime de 2-4 m și lățimi de 60-200 m, cu fundul văii în mare parte sărăturat, ca și în alte depresiuni închise.

10	Solul		Predomină cernoziomurile de la est spre vest: cernoziomuri tipice, tipice aluviale; între acestea s-au format şi azonale: freatic umede, gleizate, mediu sărăturate şi chiar sărăturate tipice (solonceacuri, soloneţuri şi solonceacoide).Solurile freatic umede ocupă 40%, şi cele mediu sărăturate 5%, localizate în depresiuni adânci. S-a urmărit evoluţia în colab. cu ICPA în cca 40 profile în ani 1973, 1976.,1980,1988. Evoluţia salinizări a fost mai ales în funcţie de drenaj: unde a fost îmbunătăţit s-a redus treptat, în zonele nedrenate a fost în creştere.	Cernoziomurile tipice şi cernoziomurile de crovuri ocupă cca 61 % din suprafaţa sistemului, de regulă în Câmpurile Viziru şi Urleasca, mai ales în solurile puternic drenate de Dunăre, Călmăţui, Valea Iencii. S-au efectuat în colaborare cu ICPA două etape de control ale evoluţiei (1974 şi 1979), cu constatările de mai sus. Au apărut soluri care au început să evolueze către freatic umede după ploile excedentare din perioada 1969-1973, care în perioada 1974-1979 reprezentau 36% (cernoziomuri freatic umede, care mai ales în zonele joase evoluau către salinizare, soloneţizare, alcalizare). Acestea sunt mai frecvente în zona nord-vestică, având o folosinţă mai mult pentru islazuri. Tipul de salinizare predominant este: sulfat-cloruric.
11	Apa freatică	Nivel	În anul 1967, la studiile pentru proiectare, predominau nivelurile de la 2-5 m şi mai jos de 5 m, în proporţie aproape egală. Foarte puţin de la 0-2 m. În 1971 din măsurători în cca 70 foraje, extinse apoi la 150, a rezultat o creştere din 1967 în 1971 cu 1,5 –1,8 m, respectiv cu 0,40-0,45 m /an. Creşterea a fost determinată de regimul pluviometric excedentar în întreaga Câmpie Română în intervalul '69-'72, remanentă şi în anii următori, dar şi din cauza pierderilor de apă din canale. În anul 1981 cca 60% din suprafaţa a ajuns la niveluri mai ridicate de 2 m şi numai pe cca 5 %, nivelul era mai coborât de 5 m. Pe 90% era mai sus de 5 m din care între 1 şi 2 m cca 25%, iar între 0 şi 1 m, cca 18%. În anul 1988, nivel mai sus de 2 m =pe 30% din supraf. şi pe 10% mai jos de 5 m.	În perioada studiilor pentru proiectare (1970) predominau două categorii de niveluri: 2-2,5 m în partea de nord-est şi mai jos de 5 m, în partea de vest. În anul 1988 suprafeţele având nivelul freatic mai sus de 3 m reprezentau 60% (între 0 şi 2 = 40%), iar cele mai jos de 5 m numai cca 7%. Asemănător din punct de vedere al condiţiilor hidrogeologice cât şi al celorlalte condiţii naturale este sistemul de irigaţii Ialomiţa-Călmăţui fapt pentru care nu a fost inclus în prezentul material.
12		Chimism	În anul 1974 predominau suprafeţele având mineralizarea apei freatice cuprinsă între 0,5 şi 2 g/l pe aproape 60% din total, cele între 2 şi 4,5 g/l pe cca 28% , iar peste 4,5 g/l pe cca 12% din totalul suprafeţei. În anul 1988 predomina suprafaţa cu mineralizarea apei freatice între 0,5 şi 2 g/l, constituind 80% din total, cea între 2 şi 4,5 g/l reprezenta 18%, iar peste 4,5 g/l era de cca 8%. O ameliorare a situaţiei.	Din analizele făcute anual în reţeaua de puncte de observaţii a rezultat că în anul 1975, pe cca 50% din suprafaţa apă freatică avea un reziduu mineral cuprins între 1 şi 2 g/l, pe cealaltă jumătate (50%), între 2 şi 4,5 g/l. În anul 1988: 30% din suprafaţă între 0,5 şi 1 g/l, 50% între 1 şi 2 g/l şi cca 20% între 2 şi 4,5 g/l.
13	Observaţii		Sistemul de irigaţii Terasa Brăilei este unul dintre puţinele mari sisteme de irigaţii unde au fost identificate petice de sărături primare (geologice) încă de la studiile pentru proiectare.	Atât sistemele Terasa Brăilei cât şi Viziru în decursul timpului după amenajare, au suferit modificări în ceea ce priveşte tipurile de amenajare, în sensul modernizări unor suprafeţe. Acţiunea s-a produs treptat, astăzi fiind mult modificată situaţia.

TABEL SINTETIC

privind evoluția în timp a marilor sisteme de irigații în condițiile naturale ale României, rezultat al investigațiilor și monitorizării efectuate în cadrul programului de cercetare „Exploatarea și modernizarea amenajărilor de irigații din ICITID"

(responsabili dr. ing. N. Grumeza, dr. ing. Cr. Kleps)

SPAȚIUL IALOMIȚA - SIRET

1	Sistemul de irigații	BILIEȘTI – SLOBOZIA-CIORĂȘTI	CÂMPIA COVURLUI
2	Județul	Vrancea	Galați în proporție de cca 98%, diferența în Vaslui
3	Suprafața (ha)	13.500	189.000 (În Câmpia Română între Dunăre-Siret-Prut)
4	Sursa de apă	Râul Siret	Dunărea, Prutul și Siretul
5	Anul (perioada) dării în exploatare	1978	Eșalonat: în 1984=6469 ha; în 1989, total=91271, diferența în continuare
6	Tipuri de amenajare	Conducte îngropate (ploturi cu SPP) pe 95% din suprafața. Diferența =monofilar	Conducte îngropate și ploturi cu SPP = 130000 ha, monofilar = 5500 ha, alte moduri de creare a presiunii pe cca 18000 ha, pentru brazde 35000 ha.
7	Metode de irigare	Aspersiunea pe 92% din suprafața. Diferența=scurgere la suprafață.	Aspersiunea pe 82 % din suprafață și brazde, pe 18 %
8	Caracteristicile prizelor de apă	Captarea apei se face din râul Siret printr-o stație de pompare fixă de tip cheson amplasată în dreptul comunii Bilieşti. Aceasta asigură un debit de 10 m^3/s la o înălțime de pompare de 15 m, printr-o conductă metalică cu Dn= 2400 mm și cu lungime de 2100m până la bazinul de refulare. Puterea instalată este de 2,2 MW. Canalul de aducțiune este lung de 22 km. După traversarea unei amenajări piscicole, apa este preluată de SRP 1, cu Q= 6,83 m^3/s.	Din Dunăre și Prut se alimentează 172982 ha, iar din Siret 16018 ha din totalul de 189000 ha. Se utilizează următoarele prize de apă: Badalan din Dunăre, Q=53,5 m^3/s, Ghimia pe Prut, (reversibilă) cu un Q = 9 m^3/s și Sivița pe Siret, Q=2,5 m^3/s. Pentru 16018 ha, între Siret și Bârlad se folosesc prizele Vames 4,2 m^3/s, Lieşti cu Q = 5,2 m^3/s și Ionășești cu Q = 0,83 m^3/s. Pentru completarea volumului de apă necesar, în afara perioadei de vegetație se acumulează un volum de apă de aport de 300 milioane m^3 pe Valea Suhurlului.
9	Geomorfologia	Situat la racordarea a trei mari forme de relief: zona de piemont terasat în extremitatea vestică a perimetrului; zona de divagare a pârâurilor, cu un relief plan și cu pante reduse; zona de câmpie joasă care se identifică cu terasele inferioare ale Siretului și Putnei, care au condus la aluvionarea acestei unități. Altitudinea absolută =60-65 m în sectorul vestic scăzând până la 28-35 m în sud.	Reprezintă o prelungire spre sud a Podișului Moldovei. Din suprafața totală, 75% reprezintă zona înaltă (podiș, terase, iar 25% luncile râurilor și văilor interioare). Unități de relief, 3 formațiuni: culoare depresionare ale râurilor Prut cu cote = 2-8 m și Siret cu cote = 6-35 m cu formațiuni specifice luncii, pe terase = 40 m. Câmpia propriu-zisă cu relief de platformă cu cote în jur de 150 m. Câmpia piemontană cu altitudini mai mari de 150 m, atingând uneori 260-280 m.

10	Solul		Unitatea se caracterizează printr-o mare varietate de unităţi de sol împărţite în trei grupe: grupa I (62% din suprafaţă): soluri aluviale, slab humificate până la cernoziomuri puternic humificate, cu textură medie şi uşoară şi în proporţie foarte redusă grea; grupa II cuprinde soluri cu textură grea, uneori slab moderat salinizate, zone cu exces de umiditate; grupa III soluri nisipoase cu conţinut ridicat de schelet şi fertilitate redusă, reprezintă 1% din suprafaţă. Control evoluţie în 2 etape: 1981 şi 1984. S-a constatat o reducere a pH şi o creştere a alcalinităţii. Reziduu mineral 100-150 mg la 100 g/sol. De la o etapă la alta o uşoară creştere în unele profile, în cadrul acestor limite.	Solurile prezintă o foarte mare diversitate. Cele de pe terase şi câmpul înalt, inclusiv zona colinară, sunt reprezentate de cernoziomuri şi soluri cenuşii pe 55% şi respectiv 32%, pe terenuri plane şi slab înclinate. La acestea se adaugă solurile de pe terenurile cu pante mari, erodate şi foarte puternic erodate. Sunt şi zone de nisipuri. În lunci sunt soluri tipice de luncă, soluri aluviale în diverse stadii de evoluţie. La scară restrânsă, în funcţie şi de adâncimea şi mineralizarea apei freatice se întâlnesc şi petice izolate de lăcovişti şi sărături.
11	Apa freatică	Nivel	S-a urmărit prin observaţii în 38 foraje. În anul 1972 suprafeţele cu nivel freatic mai sus de 3 m reprezintă cca 30%, din care cu nivel între 0 şi 2 m = 18%; nivel mai jos de 5 m se află într-un procent de 45% din suprafaţă. Suprafeţele cu nivel din această ultimă categorie au crescut treptat până în 1987 când au reprezentat cca 70% din total. În anul 1988, suprafeţe cu nivel mai sus de 3 m reprezentau cca 20% din totalul perimetrului din care cu nivel cuprins între 0 şi 2 m, doar 3% din total. Procentul de suprafaţă cu nivel mai coborât de 5 m, în acest an (1988), a reprezentat cca 50% din total, foarte aproape de cel din anul 1972.	Din punct de vedere al poziţiei nivelului freatic se disting două situaţii bine conturate: zonele de luncă, reprezentând 25 % din suprafaţa sistemului şi zonele de terasă şi podiş incluzând şi suprafeţele deluroase, reprezentând 75 % din suprafaţă. Ce se poate spune de la o perioadă foarte scurtă de la intrarea în funcţiune în mod eşalonat a unor suprafeţe este foarte puţin având în vedere tocmai faptul că sistemul este printre cele mai recente.
12		Chimism	În primii ani de la intrarea în funcţiune (1981-1984) au predominat suprafeţele cu mineralizarea apei freatice între 0,5 şi 1 g/l. Din 1985 până în 1987, cele cu concentraţia între 1 şi 2 g/l. În anul 1988 au predominat din nou suprafeţele cu mineralizarea apei freatice între 0,5 şi 1 g/l. Concentraţii peste 2 g/l au fost pe suprafeţe restrânse, în anul 1988 sub 2%.	Sunt unele date, dar timpul fiind prea scurt de la intrarea sporadic în exploatare şi situaţia fiind foarte diversificată, urmează ca în viitor să se vină cu elemente concrete şi concludente.
13	Observaţii		Este unul dintre puţinele sisteme de irigaţie alimentate din râuri interioare.	Variaţia foarte mare de relief: de la 2-8 m în lunci la 40-280 m pe terase şi podiş. Despre evoluţia acestui sistem se cunoaşte puţin fiind de puţin timp dat în exploatare (anumite suprafeţe). Cercetarea (ICITID) a colaborat pe parcursul execuţiei cu conducerea şantierului.

TABEL SINTETIC

privind evoluția în timp a marilor sisteme de irigații în condițiile naturale ale României (interrelația factor antropic-factori de mediu), rezultat al investigațiilor și monitorizării efectuate în cadrul programului de cercetare „Exploatarea și modernizarea amenajărilor de irigații din ICITID" (responsabil de program dr. ing. N. Grumeza, coresponsabil dr. ing. Cr. Kleps)

7.1.6. Spațiul Dobrogea de Nord (a)

1	Sistemul de irigații	DĂENI – OSTROV – PECENEAGA	Complexul de irigații RAZELM, amplasat în zona de nord-est a Dobrogei în județele Constanța și Tulcea este format din : - Sistemul hidrotehnic Razelm = sursa de apă cuprinzând zona lagunară Razim-Golovița-Zmeica inclusiv Babadag, precum și o suplimentare din Brațul Sf. Gheorghe prin canalele Lipovenilor, Mustaca, Dranov, Dunăvăț. - Sistemul de irigații: Mahmudia (Beibugeac-Sarinosuf + Dunavat), - Babadag incluzând și Serichioi, Sud Razelm și Sinoe S =120100 ha (total complex). Studii și proiectare= 1969-1971, execuția = 1971-1975.
2	Județul	TULCEA (Dobrogea de Nord) 95% din suprafață	
3	Suprafața (ha)	46360	
4	Sursa de apă	Brațul Macin (brat al Dunării)	
5	Anul (perioada) dării în exploatare	1984, la capacitatea totală	
6	Tipuri de amenajare	Conducte îngropate în ploturi: 66% din suprafața, monofilar cu st. electrice=22%, termice=4%, gravit= 8%.	Predominant conducte îngropate (ploturi SPP), alimentate din canale.
7	Metode de irigare	Prevăzut în proiect: Aspersiune 75% din suprafață, 25% brazde.	Aspersiunea
8	Caracteristicile prizelor de apă	Sursa =Dunărea (din brațul Măcin) între comunele Dăeni și Ostrov (punctul de priză). Stația de pompare (S.P.A. Ostrov) are un debit de 35 m^3/s și o putere instalată de 31 MW. Acestea alimentează canalul CA 1, lung de 3,3 km la capătul căruia este stația de repompare SRP 1 care alimentează atât canalul CA 2, lung de 1,4 km și SRP 2. Lungimea totală a canalelor de aducțiune și distribuție este de 126 km .	Apa din surse (lacuri) a ridicat inițial multe probleme. Ca urmare a unor construcții hidrotehnice (inclusiv întreruperea contactului cu Marea Neagră), a început o îmbunătățire. Încă din 1972 apa din Razim s-a înscris în limitele admise pentru irigat (reziduu mineral până la 1 g/l, iar Cl 0,2 g/l) o monitorizare în perioada 1974-1988 arată că apa din lacurile Babadag, Razim și Golovița (surse pentru irigații) a evoluat favorabil în toată această perioadă .
9	Geomorfologia	Situat la extremitatea nordică a platoului Dobrogean incluzând și o parte din Podișul Casimcea cu altitudine până la 300-350 m și Podișul Dăenilor cu înălțimi până la 200 m. Depozitele loessoide sunt constituite din profiluri nisipoase, cu grosimi de 1-15 m, ocupând majoritatea văilor și versanților; în unele zone, șișturile verzi apar la suprafață.	Amplasat în partea estică față de Munții Măcinului. Relief frământat. Panta până la 10%. Cote ale terenului de la 3-5 m în zona lacurilor, până la 125 m, iar uneori = 200 m în zona de podiș (sistem Sinoe). Depozite loessoide cu grosimi = 5-20 m, puțin sensibile la tasare prin înmuiere. Sunt unele variații de la un sistem la altul, dar caracteristicile generale sunt acestea.

10	Solul		Principalele tipuri de sol: solurile bălane în primul rând (predominante), apoi cernoziomurile tipice, cernoziomurile cambice şi solurile erodate. Datorită loessului ca material parental, şi climatului arid, complexul coloidal este saturat în Ca şi Mg. În 1984 s-a efectuat prima etapă de control (15 profiluri în colab. cu OSPA Tulcea). Nu s-au constatat diferenţe faţă de studiul din anul 1975. Reziduu mineral total la toate cele 15 profile a fost de cca 100 g la 100 g sol.	Predomină solurile bălane tipice şi vermice, apoi cernoziomurile tipice. Suprafeţe mai reduse pe versanţii văilor compuse din complexe de soluri bălane, cernoziomuri, rendzine şi pseudorendzine, soluri nisipoase pe suprafeţe reduse, soluri coluviale şi freatic umede, lăcovişti şi soluri sărăturate pe suprafeţe restrânse în jurul lacurilor sau pe firul unor văi. Etapele de controlul evoluţiei (OSPA Tulcea): 1975 şi 1988 pentru sistemul Babadag, în general 100 mg la 100 g sol; Mahmudia: de la 100 mg la 200, 600, 700 şi chiar 1000 mg la 100 g de sol mai ales în zona lacurilor, reziduu mineral mai ridicat. În zonele înalte = 100 mg la 100 g sol, dar şi mai puţin: 60-80 mg- în unele cazuri.
11	Apa freatică	Nivel	Cercetările au început în 1985 în 25 de foraje care au atins nivelul apei subterane (la proiectare din 250 foraje executate, numai în 40 s-a interceptat stratul freatic: nivelul acesteia fiind frecvent la adâncimi mai mari de 25-30 m). Niveluri cuprinse între 2,5 şi 5 m s-au identificat în special pe fundul unor văi. S-a dispus de date numai în zona sectorului Topologu pe o suprafaţă de cca 27000 ha. Situaţia se prezintă astfel: începând din anul 1985 şi până în 1988 nivelurile mai coborâte de 5 m au reprezentat aproape constant cca 90% din suprafaţă, în timp ce cele de la 0-2 m, în jur de 3-4 %.	În sistemul Babadag: în perioada 1975-1988, nivelul mai jos de 5 m (5-10) a variat între 70 şi 80% din suprafaţa, asemănător în Mahmudia şi în Baia inclusiv în Sinoe. Niveluri mai ridicate, în zona învecinată lacurilor.
12		Chimism	Începând din 1985 au fost recoltate şi analizate anual, probe de apă din 10 staţionare hidrogeologice. În marea majoritate conţinutul total săruri a variat între 0,5 şi 0,8 g/l. Excepţie au făcut câteva foraje unde s-a constatat un conţinut variind între 1100 şi 1200 mg/l.	Mineralizarea apei freatice, în zonele înalte (cu nivel scăzut), se înscrie în general între 1 şi 2 g/l şi mai puţin uneori. Conţinut mai ridicat în zona limitrofă lacurilor 4-10 g /l în Mahmudia dar şi în altele. În Sinoe, în general 0,8-1g/l crescând de asemenea în jurul lacurilor.
13	Observaţii		Asemănător cu acest sistem este sistemul vecin în continuare MĂCIN–PECENEAGA–TURCOAIA la care cercetările arată o asemănare (situaţie aproape identică cu cel descris) din punct de vedere al sursei, lucrările de priză, geomorfologie, sol, apă subterană, tipuri de amenajare, metode de irigare (S= 19000 ha).La fel ISACCEA S= 5200 ha.	Sistemele din complexul lagunar din Dobrogea de Nord prezintă unele particularităţi care impun o monitorizare mai riguroasă mai ales în ceea ce priveşte sursa, solul şi apa freatică.

TABEL SINTETIC

privind evoluția în timp a marilor sisteme de irigații în condițiile naturale ale României (interrelația factor antropic-factori de mediu), rezultat al investigațiilor și monitorizării efectuate în cadrul programului de cercetare „Exploatarea și modernizarea amenajărilor de irigații din ICITID" (responsabil de program dr. ing. N. Grumeza, coresponsabil dr. ing. Cr. Kleps)

7.1.7. Spațiul Dobrogea de Sud (b)

1	Sistemul de irigații	CARASU	Reprezintă de fapt un complex hidroameliorativ format din 9 sisteme administrative: N. Bălcescu, M. Kogălniceanu, Topraisar, Mircea Vodă, Cumpăna, Basarabi, Bărăganu, Comana și 23 August. Toate aceste 9 sisteme sunt amplasate de o parte și de alta a canalului Dunăre- Marea Neagră și respectiv Negru Vodă. Acestea diferă de fapt de sistemele hidroameliorative aparținând aceluiași complex. Astfel spre exemplu sistemul Negru Vodă care se desfășoară de la Poarta Albă până la granița cu Bulgaria ocupă o suprafață aproape egală cu celelalte 8 sisteme (116530 ha).
2	Județul	Constanța	
3	Suprafața (ha)	200000	
4	Sursa de apă	Dunărea	
5	Anul (perioada) dării în exploatare	1972 eșalonat începând din 1967	
6	Tipuri de amenajare	15 % din suprafață conducte sub formă de ploturi, 53 % monofilar tot aspersiune; 32% bivalent sau brazde (jgheaburi, conducte).	
7	Metode de irigare	Aspersiune: 68%. În sistem bivalent: 32 %. Tipurile de amenajare și metodele de udare diferă de la sistem la sistem.	
8	Caracteristicile prizelor de apă	Sursa de apă a întregului complex Carasu o reprezintă Dunărea, prin canalul Dunăre-Marea Neagră. Prin intermediul unor stații de pompare de bază cu priza directă în canal, se alimentează 11 sisteme hidrotehnice (SH) spre deosebire de cele în număr de 9 administrative. Sistemele hidrotehnice au suprafețe de la 250 ha (Zenovia) la 25000 ha Mihail Kogălniceanu și 116530 ha, Negru Vodă. Acestea din urmă se alimentează prin SP Poarta Albă care are un debit de 80 m^3/s, înălțimea de pompare de 20 m și o putere instalată de 20 MW. La mică distanță urmează repomparea de la Basarabi Pădure cu un debit de 56 m^3/s, o înălțime de pompare de 65 m și o putere instalată de 60 MW. Aceasta refulează în canalul Negru Vodă, lung de 57 km. Canalele de distribuție au o lungime totală de 1300 km. Canalele sunt în mare parte căptușite (dale + mortar de ciment). În întreg complexul = 87 de stații de pompare și repompare (487 agregate).	

7.2. ETAPA A II-A PRIVIND MONITORIZAREA EVOLUŢIEI AMENAJĂRILOR DE IRIGAŢII DIN ROMÂNIA ÎN INTERRELAŢIA: FACTORI NATURALI - ANTROPICI (DUPĂ ANUL 1988)

Revenind la amenajările de irigaţie din ţara noastră ale căror caracteristici sunt incluse în tabelele sintetice anterior prezentate, este necesar a face unele referiri decurgând în principal din rezultatele cercetărilor efectuate în decursul timpului, făcând parte din obiectivele tematice în cauză. Este vorba de unele aspecte care trebuie şi pot fi analizate în ansamblu, pentru obţinerea unor concluzii, care nu rezultă din aceste tabele, cum ar fi *clima* spre exemplu, sau altele care, chiar dacă au făcut obiectul acestora, considerăm util a fi reluate având în vedere mai ales unele trăsături care uneori le apropie, iar alteori le desparte.

Analiza are în vedere mai ales *cadrul natural* şi *starea tehnică* a acestor amenajări, unde se poate efectiv interveni prin măsuri adecvate, fără a insista asupra unor cauze antropice cu urmări negative (uneori legate chiar de sustrageri), care de altfel sunt bine cunoscute.

În ceea ce priveşte *clima* caracteristică părţii de sud şi sud-est a ţării unde sunt concentrate cele mai multe sisteme de irigaţii, sub aspectul *precipitaţiilor* se conturează 5 situaţii, dacă se are în vedere media multianuală (considerată cu o oarecare aproximaţie dată fiind marea întindere de teritoriu a acestor sisteme):

- 550 mm în cazul sistemelor din Câmpia Olteniei şi cea a Burnazului;
- 500 mm în sistemele din Câmpia de Vest a Bărăganului (Mostiştea şi Gălăţui – Călăraşi);
- 450 mm în sistemele din Bărăganul de Sud, cel de Est, Câmpia de Sud a Moldovei şi jumătatea de nord a Dobrogei;
- 400 mm în jumătatea de sud a Dobrogei (sistemul Carasu, parţial);
- 350 mm în Dobrogea litorală (parţial din sistemul Carasu).

Subliniem că este vorba de sistemele în care s-au desfăşurat cercetările, menţionând încă o dată că e vorba de datele la care se admite o oarecare toleranţă, respectiv aproximaţie aşa cum s-a mai specificat. De altfel, aceste cifre rezultă din datele obţinute din două sau mai multe staţii meteo, în zona de influenţă a cărora se află sistemele de irigaţii respective, având în vedere marea întindere a acestora, în cele mai multe cazuri. Rezultă deci clar că nu se poate opera cu nişte valori fixe, chiar şi atunci când este vorba de mediile multianuale spre exemplu. S-au prezentat astfel pentru fiecare

zonă geografică anumite valori, rezultate din altele, care prin conexiune, în diverse combinaţii, caracterizează cât de cât arealele respective. Până la urmă sunt nişte date orientative, suficiente însă pentru a conduce totuşi la o imagine elocventă a ceea ce trebuie înţeles legat de anumite laturi ale cadrului natural: precipitaţiile în cazul de faţă. La fel şi în ceea ce priveşte regimul termic: în aceste sisteme se întâlnesc temperaturi medii multianuale cuprinse între 10,5^{0}C şi 11,5^{0}C. Predomină însă cele în jur de 11^{0}C. Temperaturi medii multianuale de 10,5^0 C sunt prezente în unele sisteme din Bărăgan (Mostiştea, Gălăţui – Călăraşi, ca şi în Jegălia şi Terasa Viziru), dar şi în Câmpia Caracalului. În Carasu, în zona litoral se ajunge la 12,5^{0}C. În partea de nord a Câmpiei Române, în sistemul de irigaţii Cătеasca – Tei se înregistrează precipitaţii medii anuale de 600-700 mm şi o temperatură de 9,8^{0}C, de asemenea, medie multianuală.

- Cercetările şi analizele chimice efectuate în cadrul ICITID au demonstrat faptul că în ambele etape enunţate (până în 1989 şi după), mineralizarea apei freatice s-a menţinut în limitele de 0,5-1,0 g/l în cele mai multe cazuri, mai rar pe suprafeţe extinse între 1 şi 2 g/l. Excepţiile au fost rare şi locale (Terasa Brăilei şi Terasa Viziru unde pe suprafeţe restrânse s-au depăşit 2 g/l). Au fost multe situaţii sub 0,5 g/l.
- O trăsătură comună tuturor sistemelor analizate, se referă la *soluri*, care sunt constituite în cea mai mare parte din cernoziomuri în toată Câmpia Română şi din soluri bălane, predominante în Dobrogea, în ambele cazuri, situate pe substrat loessoid. Acestea se caracterizează prin textură medie în general şi printr-un potenţial de fertilitate ridicat şi chiar foarte ridicat, de cele mai multe ori.
- De asemenea, o notă comună, care de altfel a rezultat şi din tabelele sintetice, este aceea privind *tipurile de amenajare şi metodele de udare*. Dintre tipurile de amenajare, predomină cele prin conducte îngropate constituite în ploturi, alimentate prin staţii de pompare pentru punerea sub presiune (SPP) cu preluarea apei din canale deschise, sau din surse naturale.
- Metoda de udare, generalizată în sistemele de irigaţii din România este *aspersiunea*, în proporţie de cca 85%, diferenţa revenind metodei de irigare prin scurgere la suprafaţa (*brazde*). Într-o proporţie foarte redusă se utilizează metoda de irigare prin *inundare*, numai în cultura orezului.

Celelalte caracteristici ale sistemelor de irigaţii au fost precizate rezumativ în tabelele sintetice prezentate în lucrare.

În legătură cu starea tehnică a lucrărilor, sunt multe de spus, unele apar însă pregnant în evidenţă. Printre acestea menţionăm:

- Degradarea căptuşelilor constituite din dale de beton, rostuite cu mortar de ciment- soluţie complect neadecvată condiţiilor naturale din ţara noastră unde se face simţit mai des fenomenul de îngheţ-dezgheţ, reprezentând principala cauză care contribuie la aceste degradări. Urmările nefaste se cunosc, printre care cea mai importantă o constituie reducerea drastică a randamentului hidraulic datorită pierderilor de apă prin infiltraţii care se produc aproape în exclusivitate pe la rosturile dintre dale. Cercetările efectuate de către ICITID în multe sisteme de irigaţii aflate în exploatare au evidenţiat faptul că prin corpul dalelor (în cazul în care acestea se află în stare normală) pierderile de apă sunt total nesemnificative (Grumeza N., Dăscălescu N., 1976).
- S-a constatat *o comportare foarte bună a foliilor din mase plastice acoperite (lestate) cu dale din beton*, soluţie folosită în cadrul tehnologiei de căptuşire a canalelor, mai ales în sistemul de irigaţii Sadova-Corabia (folie englezească), dar şi în alte sisteme, utilizată în proporţie redusă, inclusiv în poligoane experimentale (folie de fabricaţie românească). În asemenea condiţii s-a ajuns la randamente hidraulice pe reţeaua de canale, cuprinse între 90 şi 95% (Cr. Klepş şi Doina Staicu, 1986; V. Cotăran, 2002).
- Deformări ale secţiunii canalelor de irigaţii necăptuşite, mergând până la ovalizarea acestora mai ales pe terenuri loessoide (N. Grumeza, Cr. Klepş, C. Tuşa, 1990), de unde rezultă concluzia că toate canalele de irigaţii trebuie căptuşite utilizând soluţii prin care să se realizeze o îmbrăcăminte etanşă, încă de la amenajare. Experienţa a demonstrat că inclusiv pe terenurile loessoide sensibile la înmuiere, amânarea executării operaţiei de căptuşire, după câţiva ani de funcţionare în exploatare, face aproape imposibilă efectuarea acestei lucrări.

Un important aspect, pus în evidenţă prin rezultatele cercetărilor efectuate încă în prima etapă, este acela legat de fenomenul climatic, care s-a petrecut în perioada anilor 1969-1972. Ce s-a întâmplat de fapt în acest interval de timp? Datele climatice, mai ales în ceea ce priveşte regimul pluviometric, demonstrează faptul că pe parcursul acestor ani consecutivi s-au înregistrat precipitaţii depăşind cu mult media multianuală, mai ales în anumite luni, unele chiar în afara perioadei de vegetaţie a culturilor, cum a fost spre exemplu luna februarie. De remarcat este faptul că acest aflux de precipitaţii, cu mult excedentar faţă de normal, s-a desfăşurat simultan pe un vast teritoriu, incluzând întreaga Câmpie Română, compusă

după cum se ştie din Câmpia Olteniei, cea a Burnazului, Bărăganul şi sudul Moldovei, inclusiv alte zone geografice. Aceste precipitaţii au avut un puternic efect asupra întregului cadru natural printre care şi asupra regimului apelor subterane. Ca urmare s-a produs chiar o rupere a echilibrului în relaţia precipitaţii-apă freatică, în sensul că nivelul acesteia a continuat să crească şi după această suită de ani excedentari în precipitaţii, respectiv în timpul revenirii la unii ani normali, din punct de vedere climatic. Din cercetările efectuate în amenajările de irigaţii, în cadrul tematicii privind comportarea în exploatare a acestora şi evoluţia teritoriului amenajat, a rezultat că ridicarea nivelului freatic s-a produs în perimetrul acestora până în jurul anilor 1980, 1981 şi chiar 1983, ani de asemenea cu precipitaţii peste normal, când în general s-au înregistrat cele mai ridicate niveluri ale apei freatice însoţite şi de bălţiri în multe cazuri (luciu temporar de apă) în unele sisteme de irigaţii cum ar fi: Crivina-Vânju Mare (Jiana Mare), Cetate-Galicea, Calafat-Băileşti, Sadova-Corabia, Gălăţui-Călăraşi, Ialomiţa-Călmăţui, Terasa Viziru, Terasa Brăilei etc.

Întâmplarea a făcut ca această perioadă (1969-1972) să coincidă cu darea în exploatare sau să preceadă intrării în funcţiune a unora dintre marile amenajări de irigaţii din ţara noastră. Ca urmare, au avut loc şi unele interpretări eronate în legătură cu cauzele acestei evoluţii ale nivelului freatic. Nu intrăm aici în detalii. Este clar că în unele sisteme de irigaţii, după intrarea în funcţiune, pierderile de apă prin infiltraţii din canale, precum şi de la aplicarea în câmp a udărilor au influenţat nivelul freatic, aceasta însă de cele mai multe ori, amplificând de fapt un proces deja început, datorită regimului pluviometric la care s-a făcut referire. Datorită acestei coincidenţe a fost greu să se poată face o separare a gradului de participare pentru o eventuală cuantificare a factorilor de influenţă la care se adaugă şi interinfluenţele care s-au produs. Oricum, asemenea fenomene trebuie tratate cu toată seriozitatea mai ales că după ridicările, aproape spectaculoase, de multe ori, ale nivelurilor freatice până în jurul anului 1981, a urmat o scădere a acestora, în cele mai multe cazuri însă fără a se ajunge, chiar după lungi perioade de timp, la punctele de la care s-a plecat.

Se cunoaşte faptul că după darea în exploatare a marilor sisteme de irigaţii din ţara noastră şi până în prezent, acestea au trecut prin mari dificultăţi: în prima perioadă, până în 1990, din cauza restricţiilor energetice şi lipsei de interes a beneficiarilor (CAP-uri şi IAS-uri), în principal, iar după 1990 datorită modificării structurii proprietăţii pământului. De asemenea, datorită masivelor sustrageri începând cu echipamentul mobil (din alumi-

niu în general) şi continuând cu celelalte componente cum ar fi: echipamente hidromecanice, electrice, mergând până la dalele de pe canale, conducte îngropate şi altele. La toate acestea se adaugă şi altele, printre care şi cele remanente. În această situaţie se pune problema retehnologizării acestor amenajări, însoţite însă şi de alte măsuri, cum ar fi extinderea AUAI-urilor îmbunătăţite tehnico-organizatoric, reanalizarea condiţiilor de furnizare a apei de irigat beneficiarilor, perfecţionarea structurilor administrative a unităţilor de exploatare şi de întreţinere a amenajărilor de irigaţii etc. Toate acestea evident însoţite de o monitorizare permanentă a acestor amenajări, din punct de vedere al comportării lucrărilor şi a evoluţiei teritoriului sub influenţa factorilor naturali şi antropici, aflaţi într-o permanentă interinfluenţă.

De fapt, această monitorizare (la care de altfel s-a mai făcut în dese rânduri referire) este de cea mai mare importanţă, întrucât nu trebuie nici un moment pierdut din vedere faptul că, pe lângă efectele deosebit de benefice ale irigaţiei, aceasta poate conduce la unele dezagremente greu de remediat, în cazul nefolosirii raţionale a apei de irigat. În acest context, trebuie reamintit faptul că întinse teritorii au fost scoase din circuitul agricol, datorită neglijenţelor în aplicarea irigaţiilor, sau din necunoaştere a ceea ce s-ar putea întâmpla în cazul neutilizării irigaţiilor pe baze strict ştiinţifice sprijinite, pe cercetări temeinice în condiţiile concrete date. Subliniem încă o dată faptul că ceea ce s-a întâmplat în alte ţări în legătură cu degradarea terenurilor prin înmlăştinare sau sărăturare secundară nu se poate repeta aidoma şi la noi. În ţara noastră sunt alte condiţii, după cum bine se cunoaşte, faţă de alte ţări, atât cele naturale (climatice, de sol, hidrogeologice etc.), în ceea ce priveşte tipul de amenajare şi metodele de udare, ca şi modul de exploatare, ca să nu mai vorbim de vechimea acestor amenajări. Probabil în alt mod, dar unele fenomene negative se pot produce şi în situaţiile foarte diversificate din România. Aşa după cum am specificat, asemenea fenomene trebuie şi pot fi prevenite prin luarea de măsuri corespunzătoare în primul rând în exploatare, dar începând chiar de la proiectare, prin cunoaşterea de fapt a întregii constelaţii de factori care concură. Cunoaşterea înseamnă convingerea rezultată din cercetări efectuate în condiţii concrete, aşa după cum am mai arătat prin utilizarea şi a experienţei acumulată pe plan mondial în domeniu, având în vedere în permanenţă, realităţile din ţara noastră. Este important a semnala faptul că dacă anumite popoare asiatice sau africane, spre exemplu, şi-au putut permite să meargă până acolo încât să-şi abandoneze suprafeţe întinse de teren degradate datorită irigaţiilor neraţional aplicate, înlocuindu-le cu

altele, acelaşi lucru nu se poate admite în România unde se cunoaşte cât de redusă este suprafaţa agricolă, respectiv cea arabilă pe cap de locuitor. Mai mult decât atât, aşa după cum am mai menţionat, cu riscul de a ne repeta amintim că în perimetrul celor 3,2 mil. ha amenajate până în prezent pentru irigat, se află solurile cu cel mai ridicat potenţial de fertilitate din România.

În legătură cu cele de mai sus, privind problematica cercetărilor legate de monitorizarea sistemelor de irigaţie, după cum e şi firesc, se porneşte de la cunoştinţele acumulate în prima etapă, urmate evident de concluziile rezultate. În continuare, în prezenta lucrare se vor analiza şi rezultatele obţinute în cea de-a doua etapă, aceea de după anii 1988 respectiv 1990. Se vor prezenta tabele centralizatoare şi hărţi de format redus, oglindind situaţii caracteristice, concrete, din amenajările de irigaţii, în special în ceea ce priveşte regimul hidrogeologic (evoluţia nivelului şi chimismul apei subterane) întrucât acest parametru integrează şi alte influenţe naturale (cum ar fi spre exemplu precipitaţiile etc.), dar şi antropice cum ar fi irigaţiile, care de fapt nu s-au folosit decât într-o infimă măsură, faţă de potenţialul amenajat. Am arătat, în cele expuse anterior, considerentele care au stat la baza abordării tematice de cercetare într-un mare număr de sisteme de irigaţii (practic aproape toate cele de dimensiuni mari şi mijlocii) aflate în funcţiune la data declanşării tematice de cercetare, în jurul anilor '70.

În cea de-a doua etapă s-a continuat numai cu unele dintre ele considerând că fenomenele care s-au produs în evoluţia acestora se pot aproximativ reproduce şi în altele cu condiţii naturale şi de amenajare asemănătoare. Precizăm faptul că acest lucru este pe deplin justificat având în vedere rezultatele experimentale din prima etapă a cercetărilor care au condus la unele concluzii, care înclină către acest mod de a proceda în continuare. Aceasta nu exclude însă faptul că monitorizarea factorilor de mediu în interrelaţia cu cei antropici trebuie să se realizeze în toate amenajările existente. Selectarea numai a unor anumite sisteme în care cea de-a doua etapă este mai mult o acţiune de moment, poate chiar conjuncturală, urmând ca în viitor să se procedeze, aşa după cum va reieşi şi din rezultatele cercetărilor, observaţiilor şi analizelor care vor urma. Având în vedere anvergura, dar mai ales complexitatea problematicii, mai mult decât în alte domenii, unele adaptări şi îmbunătăţirii pe parcurs, „din mers" cum s-ar spune, sunt absolut utile şi binevenite. Numai prin cunoaşterea "la zi" a ceea ce se petrece în interiorul tuturor amenajărilor de irigaţii se poate interveni în mod eficient la adaptarea regimului de irigaţie, la unele reme-

dieri ce pot apărea ca necesare la unele elemente constructive, inclusiv pentru lichidarea unor focare legate de evoluţii negative ale apei subterane, a solurilor irigate etc. Acestea pornind de la sintagma bine cunoscută, valabilă în multiple domenii şi anume că este mai uşor şi bineînţeles mai indicat să previi decât să remediezi. Cel puţin în cazul de faţă unele fenomene constând din degradarea solurilor, spre exemplu, sunt foarte greu de remediat implicând mari intervenţii şi, ce-i mai important, cu rezultate discutabile. De fapt este bine ştiut că un sol care îşi pierde fertilitatea în asemenea condiţii este foarte greu sau aproape imposibil de readus la starea normală, de la care a pornit. Aceasta nu înseamnă că irigaţia ar fi neapărat însoţită de asemenea fenomene. Din contră, este întru totul benefică şi de multe ori absolut necesară mai ales în anumite zone, cu condiţia să fie aplicată raţional. Vom proceda în continuare la prezentarea rezultatelor cercetărilor (efectuate în cadrul ICITID în cea de-a doua etapă), aşa după cum am relatat anterior. De fapt, se vor prezenta aspecte privind evoluţia nivelului freatic în etapa a doua a cercetărilor (după 1989) atât tabelar, cât şi, după caz sub formă de hărţi cu raionări hidrogeologice, în diferite sisteme de irigaţii.

Ceea ce se constată, ca o concluzie generală, este faptul că în majoritatea sistemelor de irigaţie, procesul scăderii nivelului freatic, început după anii 1981, respectiv 1982, a avut aceeaşi alură (în continuare şi după 1989). Astfel, atât din tabelul 7.1 prezentat, cât şi din graficele şi din hărţile anexate se observă o reducere a suprafeţelor caracterizate cu niveluri aproape de suprafaţa terenului (de la 0 la 1 m şi de la 1 la 2 m) şi o creştere a celor cu niveluri situate la adâncimi mai mari de 5 m, uneori chiar mai mult. Având în vedere faptul că, marea majoritate a sistemelor de irigaţie nu au fost utilizate, sau dacă da, numai pe mici suprafeţe şi cu totul sporadic, evoluţia nivelului freatic s-a aflat aproape în exclusivitate sub influenţa factorului climatic. Oricum, există o evidenţă foarte clară a ceea ce s-a petrecut în timp şi care este în prezent situaţia, din acest punct de vedere constituind o bază şi pentru unele previziuni. Aşa după cum am mai specificat, în continuare se prezintă exemplificativ unele cazuri concrete (tabelul 7.1 şi hărţi inclusiv grafice, reprezentând situaţia nivelului şi chimismului apei freatice în amenajările existente: fig. 7.1-7.23) care pot conduce la o imagine suficient de concludentă, în sprijinul unor eventuale măsuri, legate de retehnologizarea, respectiv modernizarea amenajărilor de irigaţii din ţara noastră, inclusiv la recomandări şi soluţii privind folosirea raţională a apei în procesul de exploatare.

Tabelul 7.1

Situaţia nivelului freatic în unii ani caracteristici în sisteme de irigaţii reprezentative (repartiţia suprafeţelor încadrate în diferite clase ale adâncimii nivelului freatic)

Nr. crt.	Sistemul	Suprafaţa	Anul	0-1 m	1-2 m	2-3 m	3-5 m	>5 m	Total
		ha		%	%	%	%	%	%
1.	Crivina –Vânju Mare	27940	1989	6	15	35	25	20	100
		27940	1993	0	6	15	59	20	100
		27940	1997	0	6	15	59	20	100
2.	Izvoare – Cujmir	66835	1989	0.43	3.75	6.25	12.31	77.25	100
		66835	1993	0.00	0.00	8.89	14.04	77.07	100
		66835	1997	0.00	0.00	8.98	14.04	77.07	100
3.	Cetate Galicea Mare	47516	1989	0.98	8	23.39	31.28	36.36	100
		47516	1993	0.00	0.97	30.98	31.60	36.45	100
		47516	1997	0.00	0.51	31.44	31.57	36.48	100
4.	Nedeia – Maceşu	55620	1989	0.00	1.70	7.92	18.82	71.56	100
		55620	1993	0.10	0.36	2.90	25.04	71.70	100
		55620	1997	0.00	0.27	2.84	24.79	72.10	100
5.	Sadova – Corabia	79500	1989	0.68	13.25	24.76	33.41	27.90	100
		79500	1993	0.00	2.64	17.07	39.42	40.87	100
		79500	1997	0.00	3.03	23.41	33.12	40.44	100
6.	Calafat- Băileşti	49640	1989	0.015	9.07	34.82	33.97	21.99	100
		49640	1993	0.00	0.32	10.74	48.84	40.10	100
		49640	1997	0.00	0.48	5.86	54.59	39.07	100
7.	Terasa Corabia	33899	1993	0.00	0.00	3.20	27.90	68.90	100
		33129	1997	0.00	0.00	2.20	25.20	72.60	100
8.	Câmpia Caracalului	88000	1993	0.00	0.14	0.15	16.90	82.81	100
		88000	1997	0.00	0.00	0.00	15.88	84.12	100
9.	Stoeneşti	23896	1989	0.10	2.30	12.00	25.40	60.20	100
		27276	1993	0.00	0.00	4.00	18.60	77.40	100
		25814	1997	0.00	1.00	4.50	17.50	77.00	100
10.	Gălăţui Călăraşi	83660	1989	1.01	5.89	20.06	24.95	48.09	100
		83660	1993	0.30	4.10	23.96	27.40	44.24	100
		83660	1997	0.00	1.49	12.94	43.33	42.24	100
11.	Terasa Călăraşi	8992	1989	4.17	13.90	25.58	17.70	38.65	100
		8992	1993	8.53	29.33	21.41	12.51	28.23	100
		8992	1997	5.15	16.04	24.74	24.15	29.92	100
12.	Babadag	32600	1989	0.00	4.00	6.00	6.13	83.87	100
		32600	1993	0.00	0.00	5.12	6.14	88.74	100

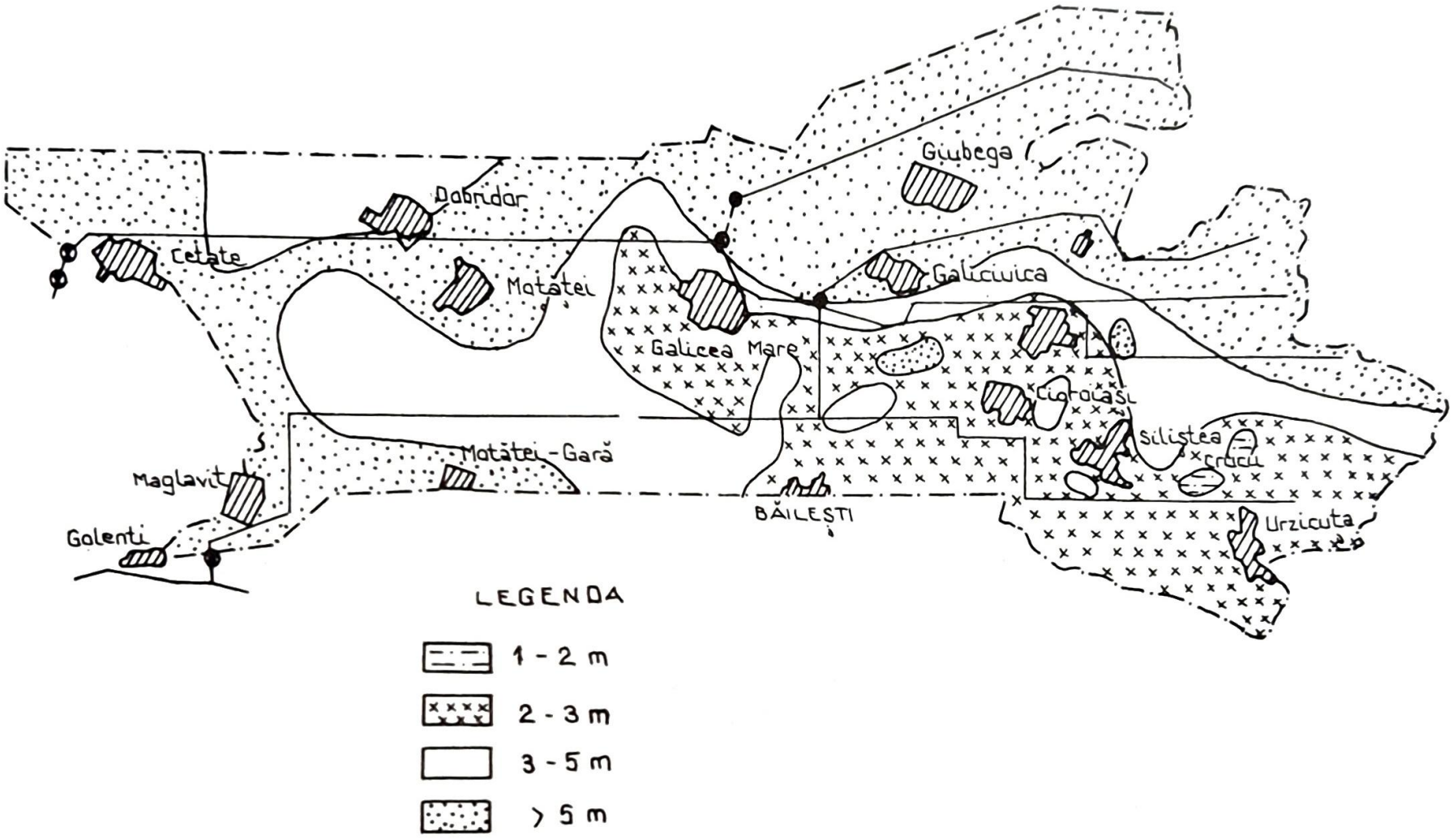


Fig. 7.1. Nivelul apei freatice în sistemul de irigații Cetate-Galicea Mare, în anul 1996

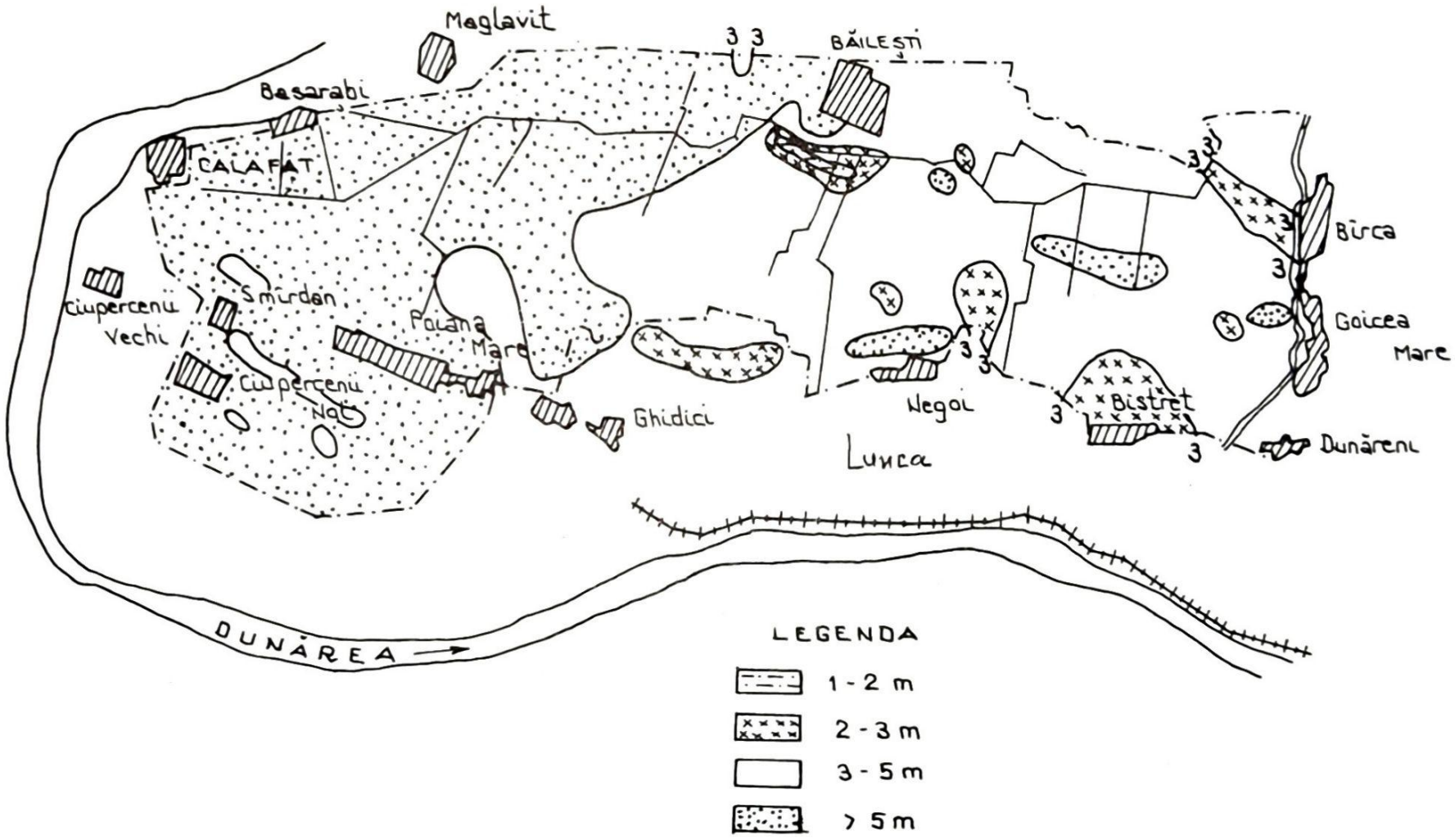


Fig. 7.2. Nivelul apei freatice în sistemul de irigații Calafat-Băilești, în anul 1998

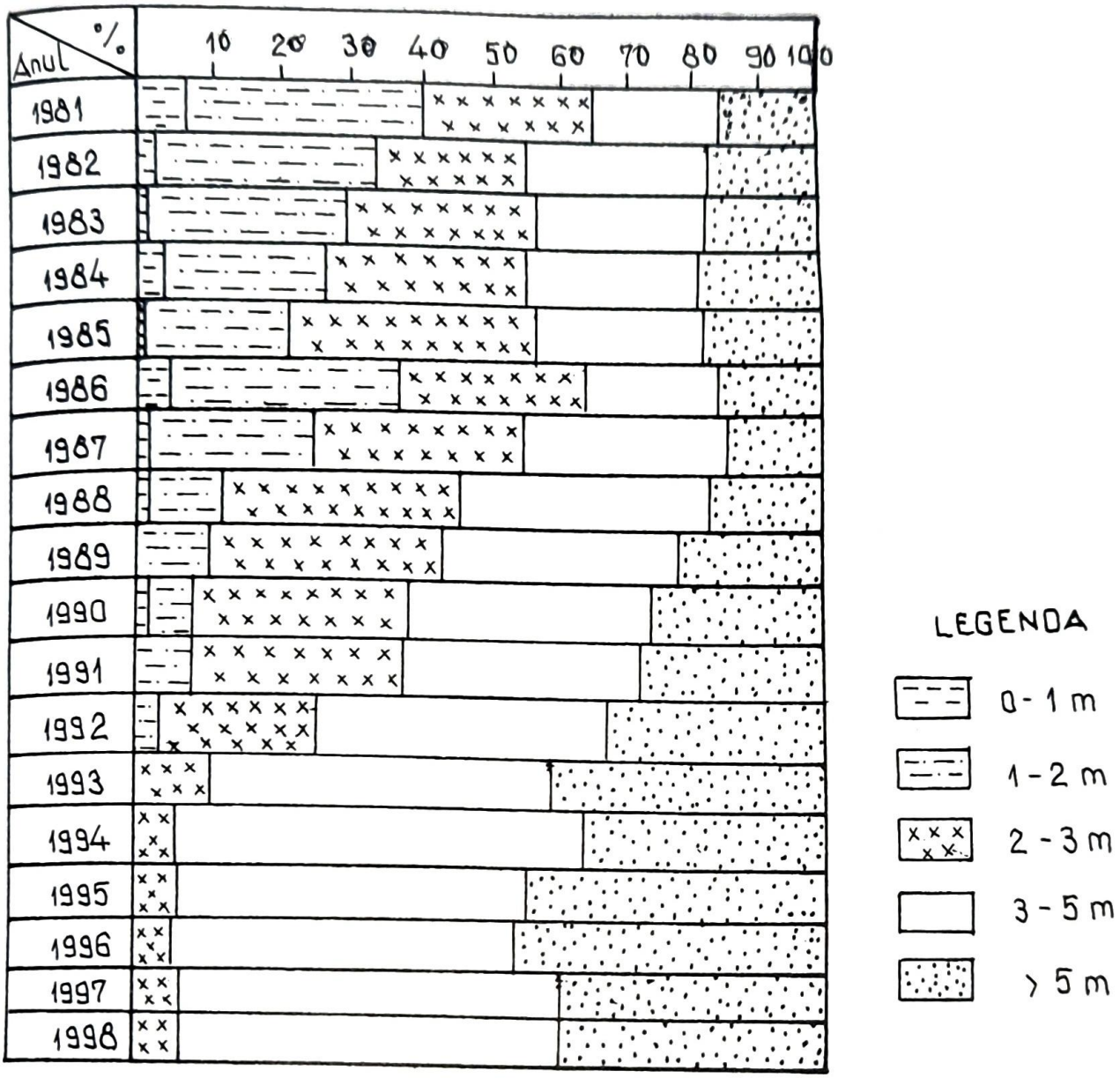


Fig. 7.3. Suprafeţe în % afectate de diferite adâncimi ale nivelului freatic în anii din perioada 1981-1998 din sistemul de irigaţii Calafat - Băileşti

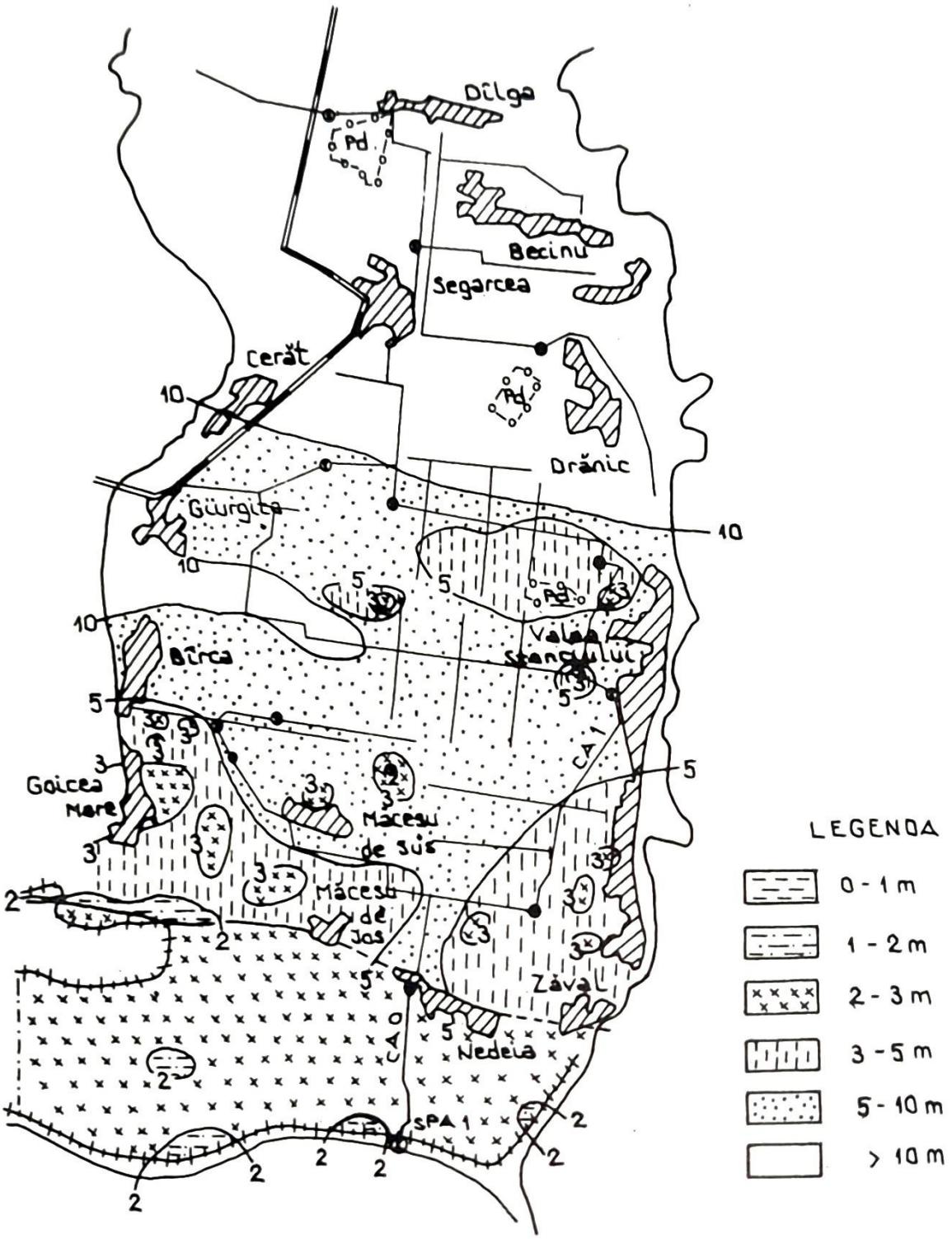


Fig. 7.4. Nivelul apei freatice în sistemul de irigaţii Nedeea – Măceşu, în anul 1999

Anul	Suprafata (Ha)	0 - 1 m		1 - 2 m		2 - 3 m		3 - 5 m		> 5 m	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Proiectare	55.620	–	–	–	–	–	–	3.385	6,09	52.235	93,91
1990	55.620	22	0,05	640	1,2	2566	4,60	12.768	22,95	39.624	71,20
1991	55.620	80	0,14	752	1,35	2808	5,04	12.986	23,34	38.994	70,13
1992	55.620	–	–	215	0,38	1984	3,57	13.890	24,97	39.531	71,08
1993	55.620	–	–	200	0,36	1612	2,91	13.930	25,04	39.878	71,70
1994	55.620	56	0,10	400	0,7	2454	4,10	12.800	23,00	39.910	71,80
1995	55.620	–	–	480	0,86	2535	4,56	12486	22,45	10.119	72,13
1996	55.620	–	–	480	0,86	2535	4,56	12.486	22,45	40.119	72,13
1997	55.620	–	–	150	0,27	1580	2,84	13.788	24,79	40.102	72,10
1998	55.620	–	–	180	0,33	1600	2,87	13.758	24,73	40.082	72,07
1999	55.620	–	–	200	0,20	2114	3,80	18.822	25,00	39.484	71,09

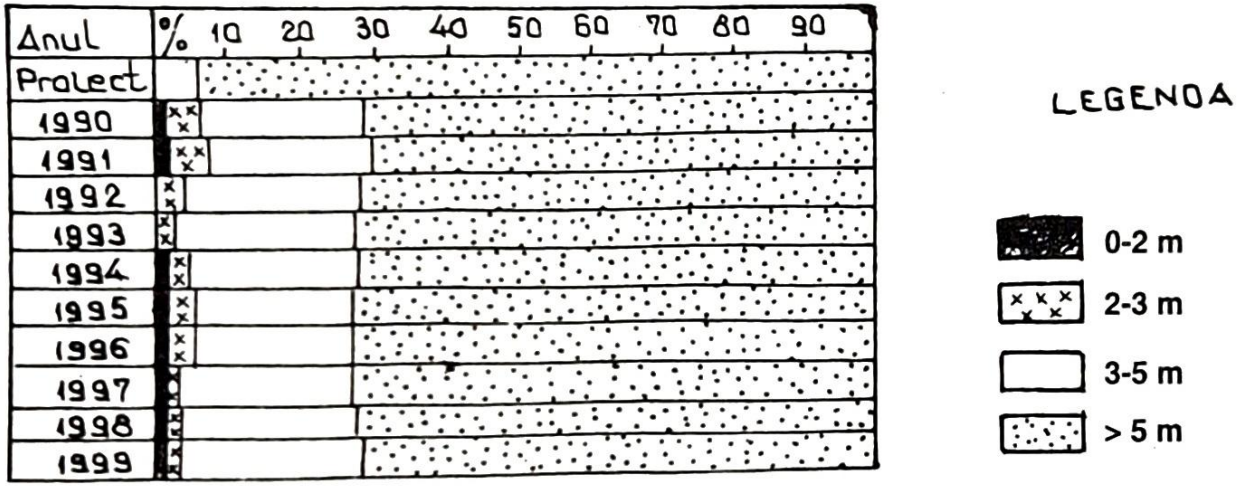


Fig. 7.5. Suprafețe în ha și în % afectate de diferite adâncimi ale apei freatice în perioada anilor 1990-1999, în sistemul de irigații Nedeea – Măceșu

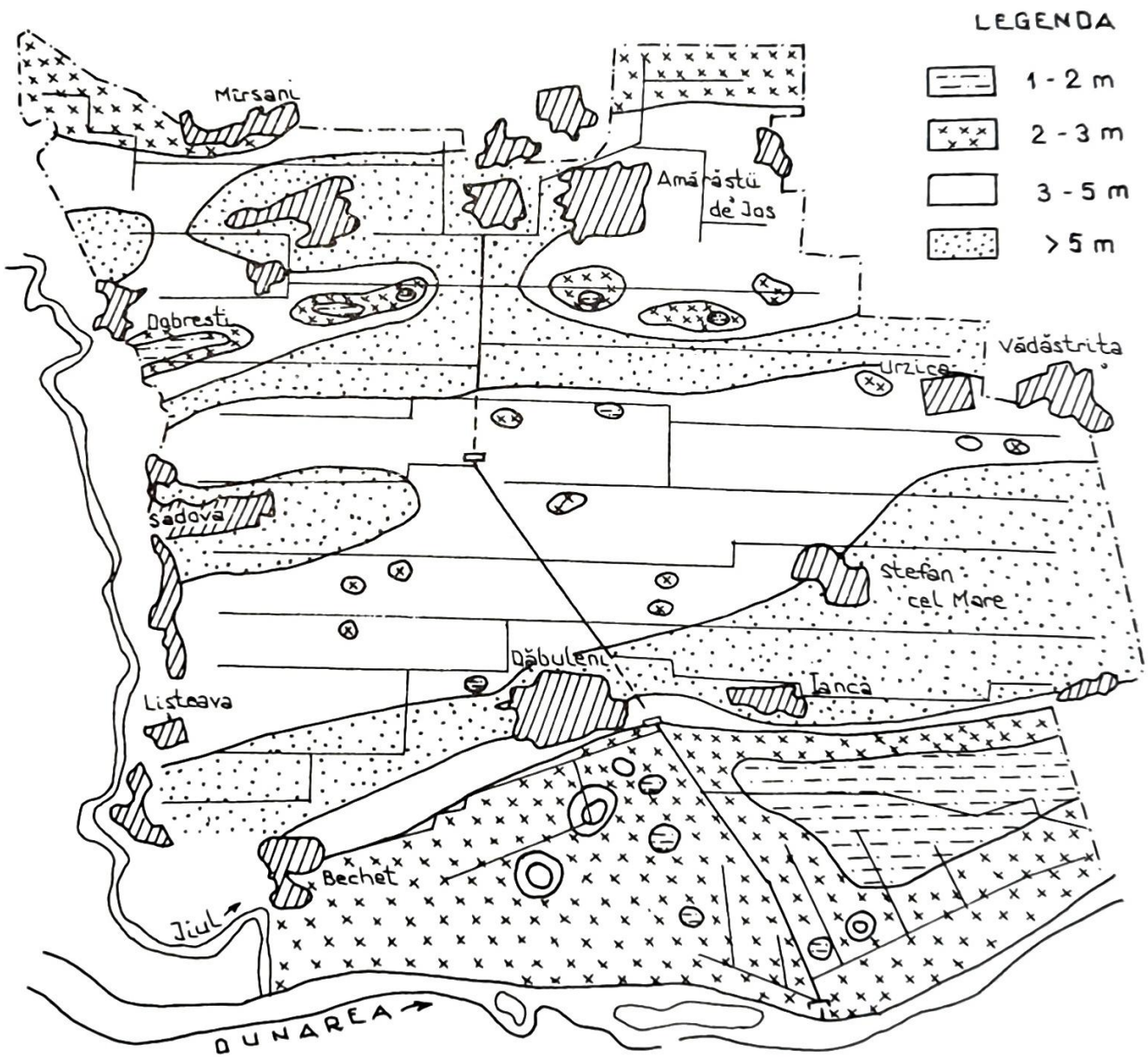


Fig. 7.6. Nivelul apei freatice în sistemul de irigații Sadova-Corabia, în anul 1998

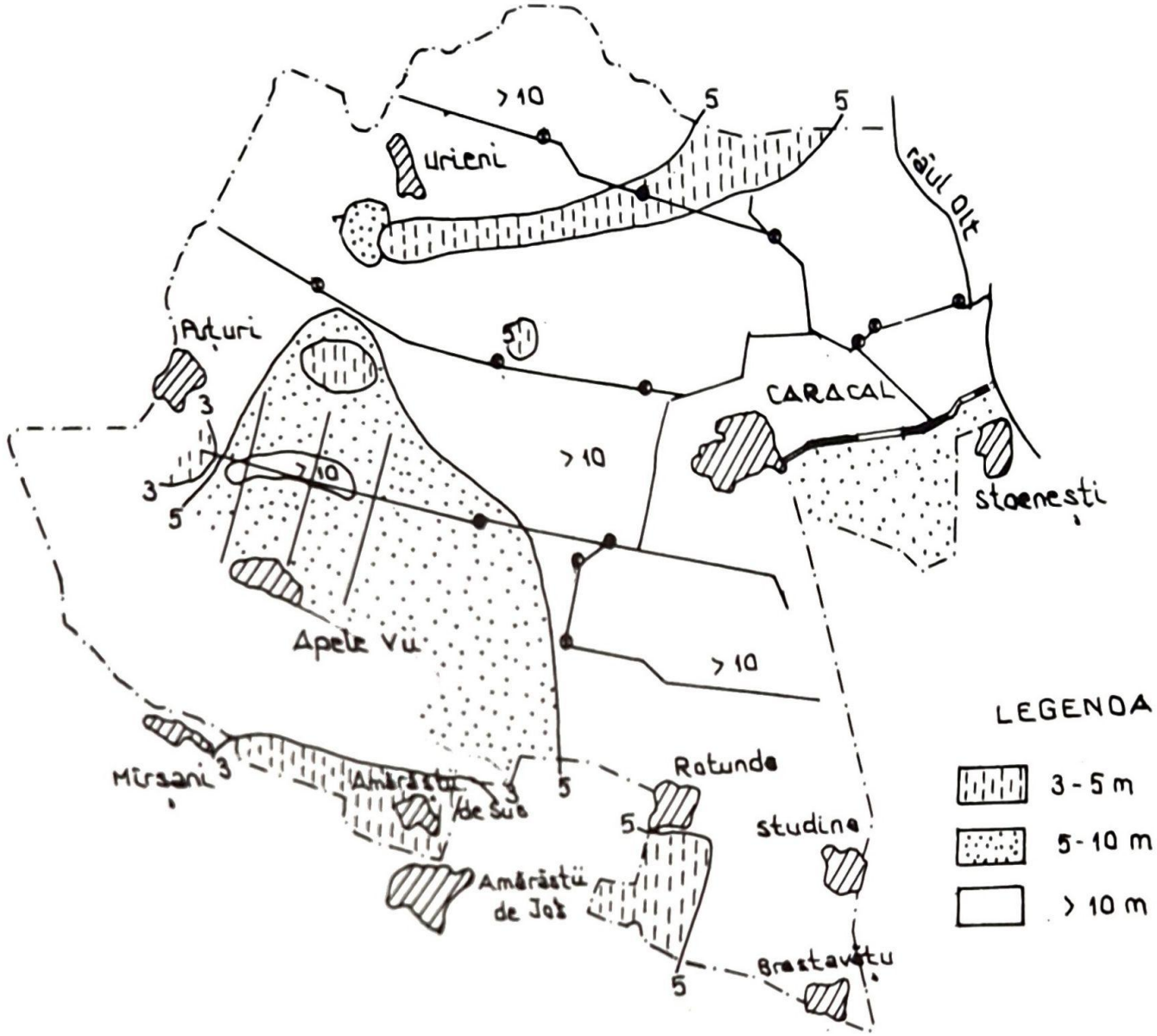


Fig. 7.7. Nivelul apei freatice în sistemul de irigații Câmpia Caracalului, în anul 1999

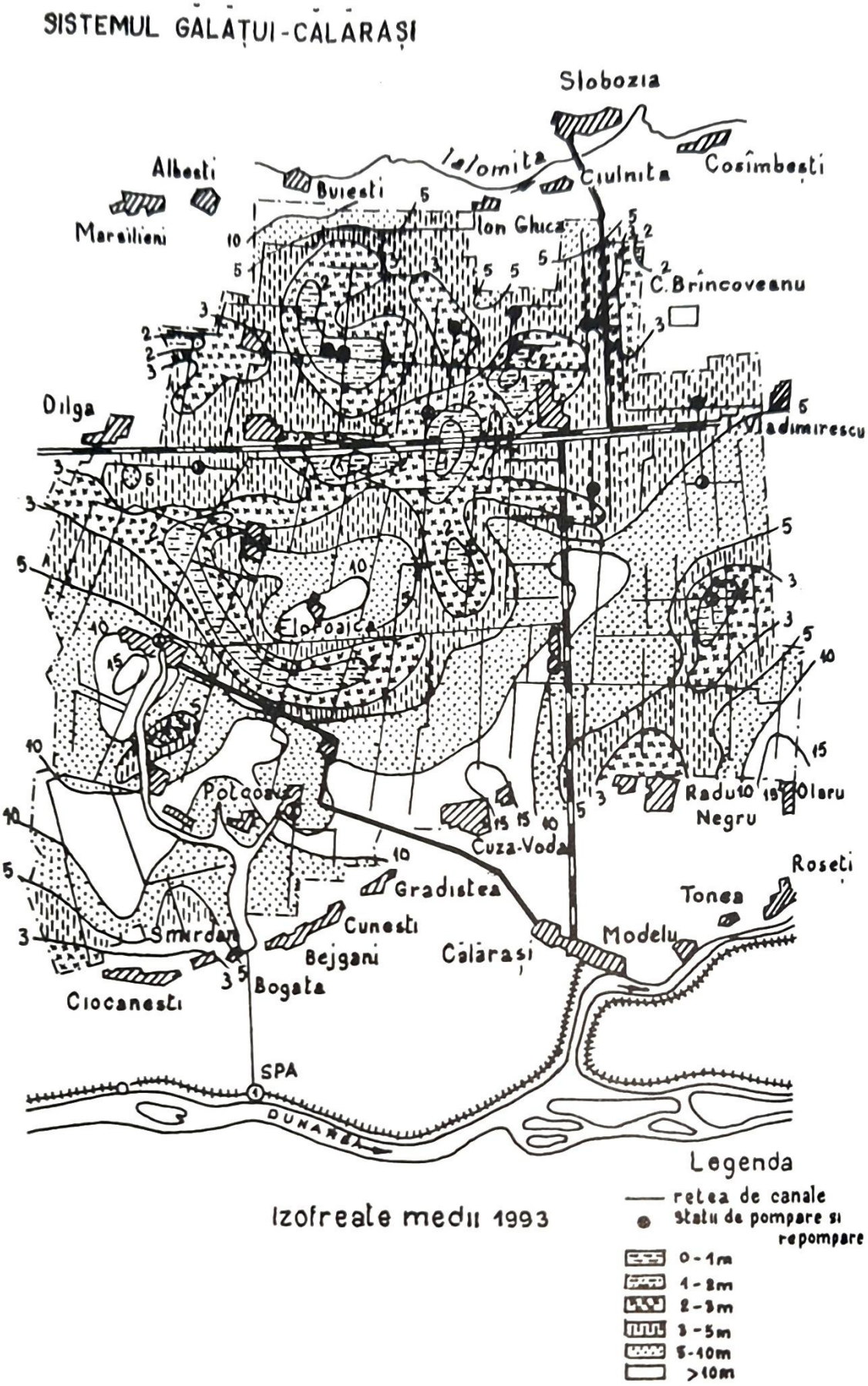


Fig. 7.8. Nivelul apei freatice în sistemul de irigații Gălățui-Călărași, în anul 1993

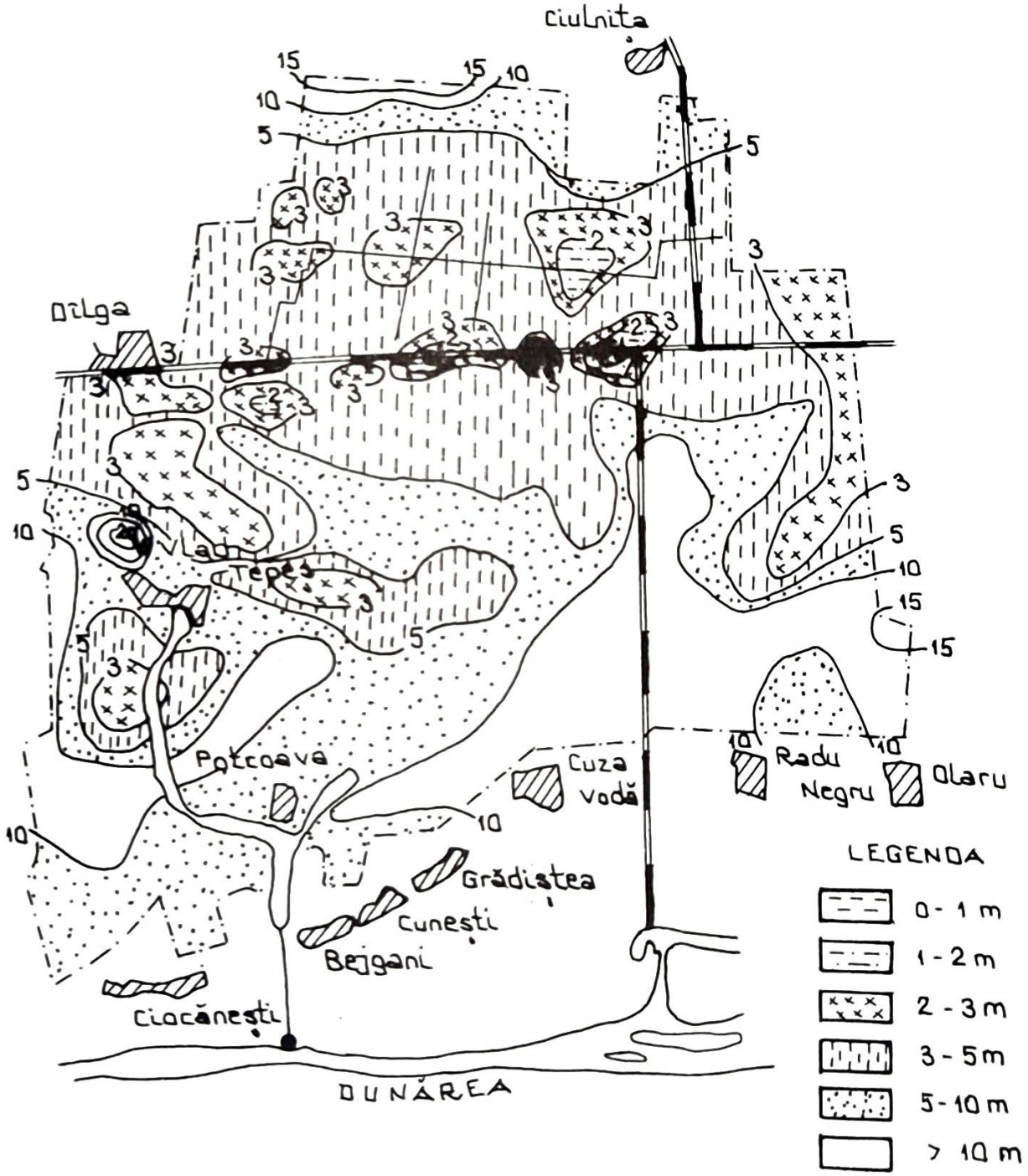


Fig. 7.9. Nivelul apei freatice în sistemul de irigații Gălățui-Călărași, în anul 1999

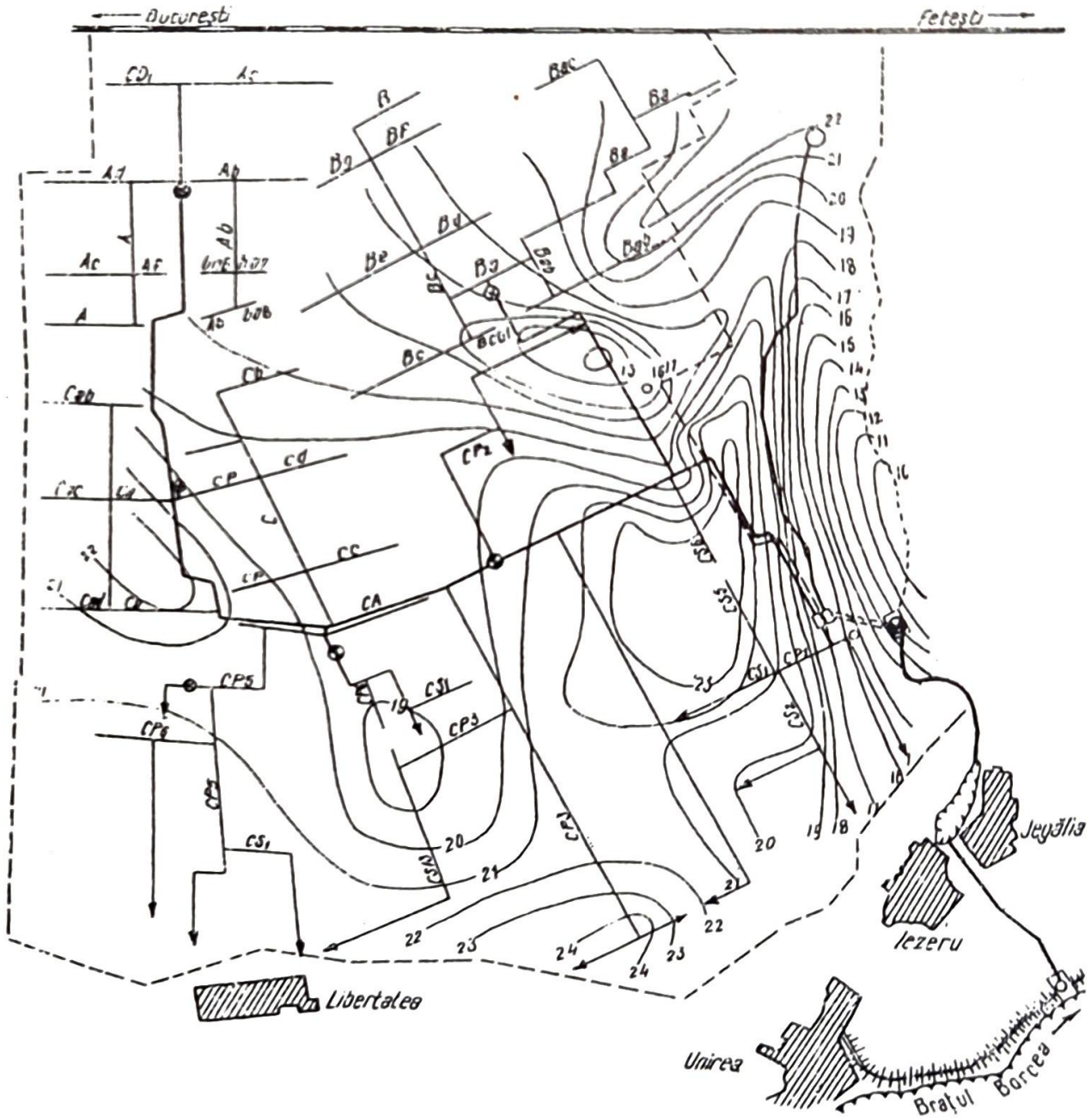


Fig. 7.10. Nivelul apei freatice în sistemul de irigații Jegălia înainte de amenajare, anul 1966

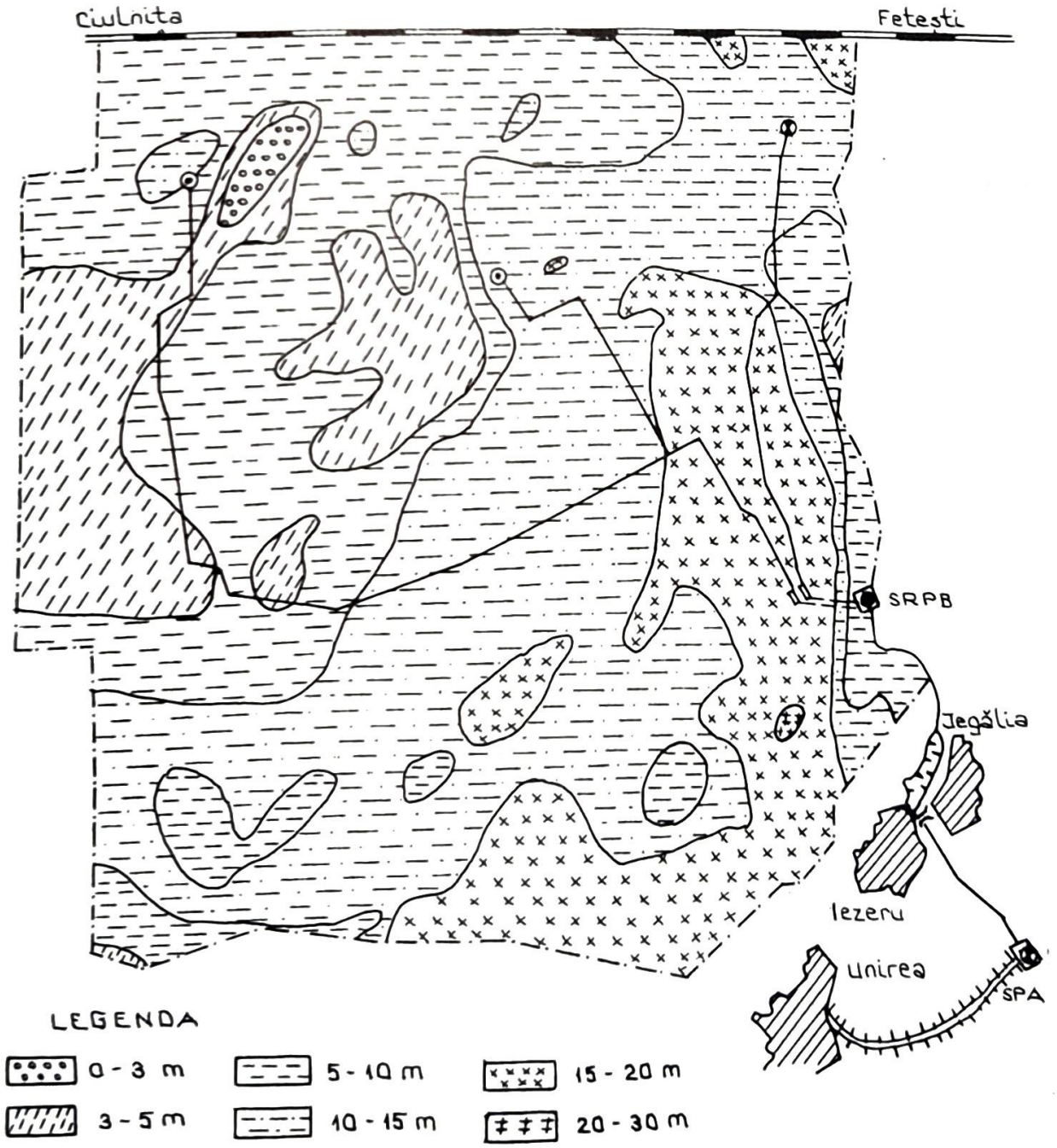


Fig. 7.11. Nivelul apei freatice în sistemul de irigații Jegălia, în anul 1998

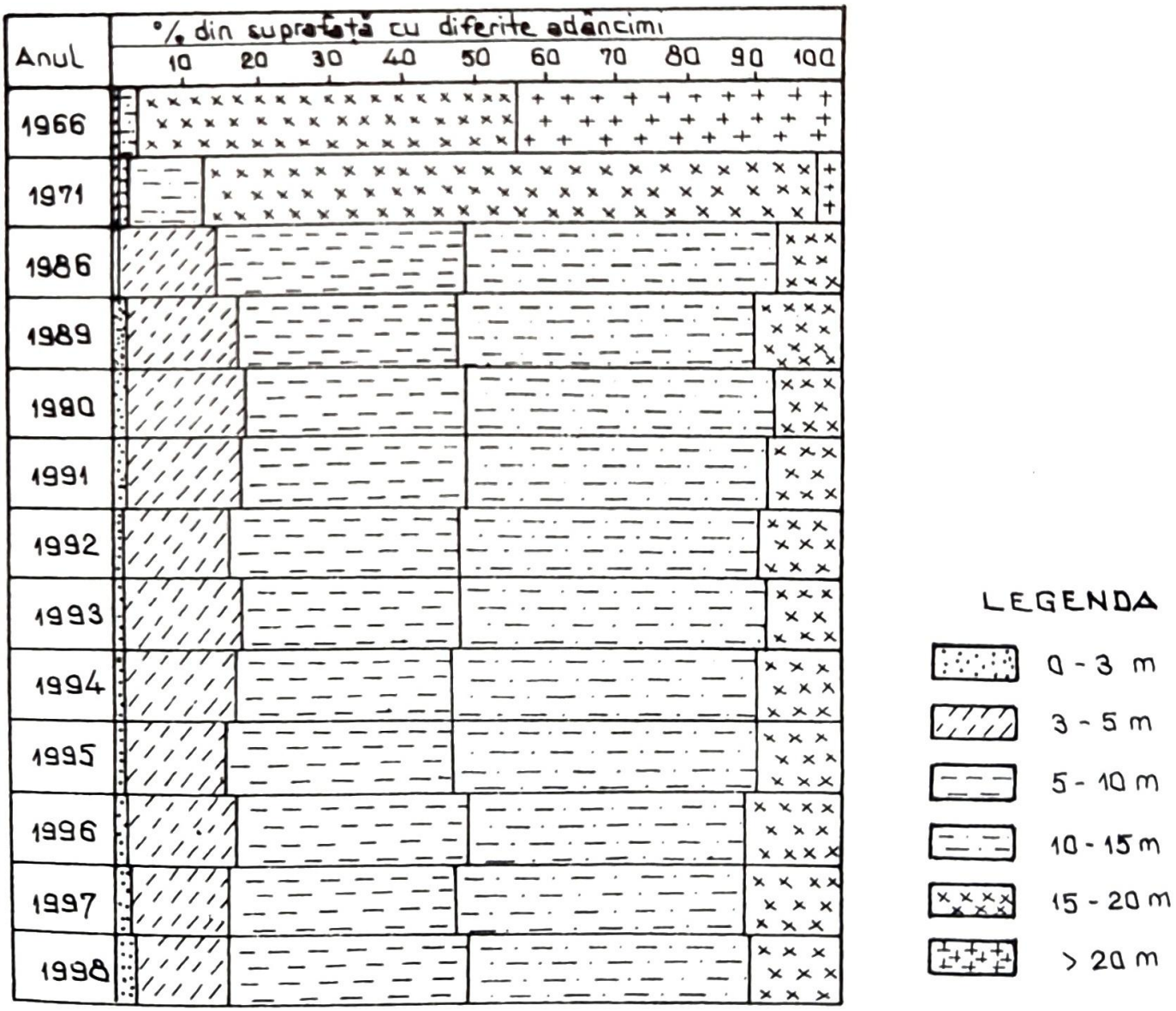


Fig. 7.12. Evoluția suprafețelor în % cu diferite adâncimi ale nivelului apei subterane în sistemul Jegălia

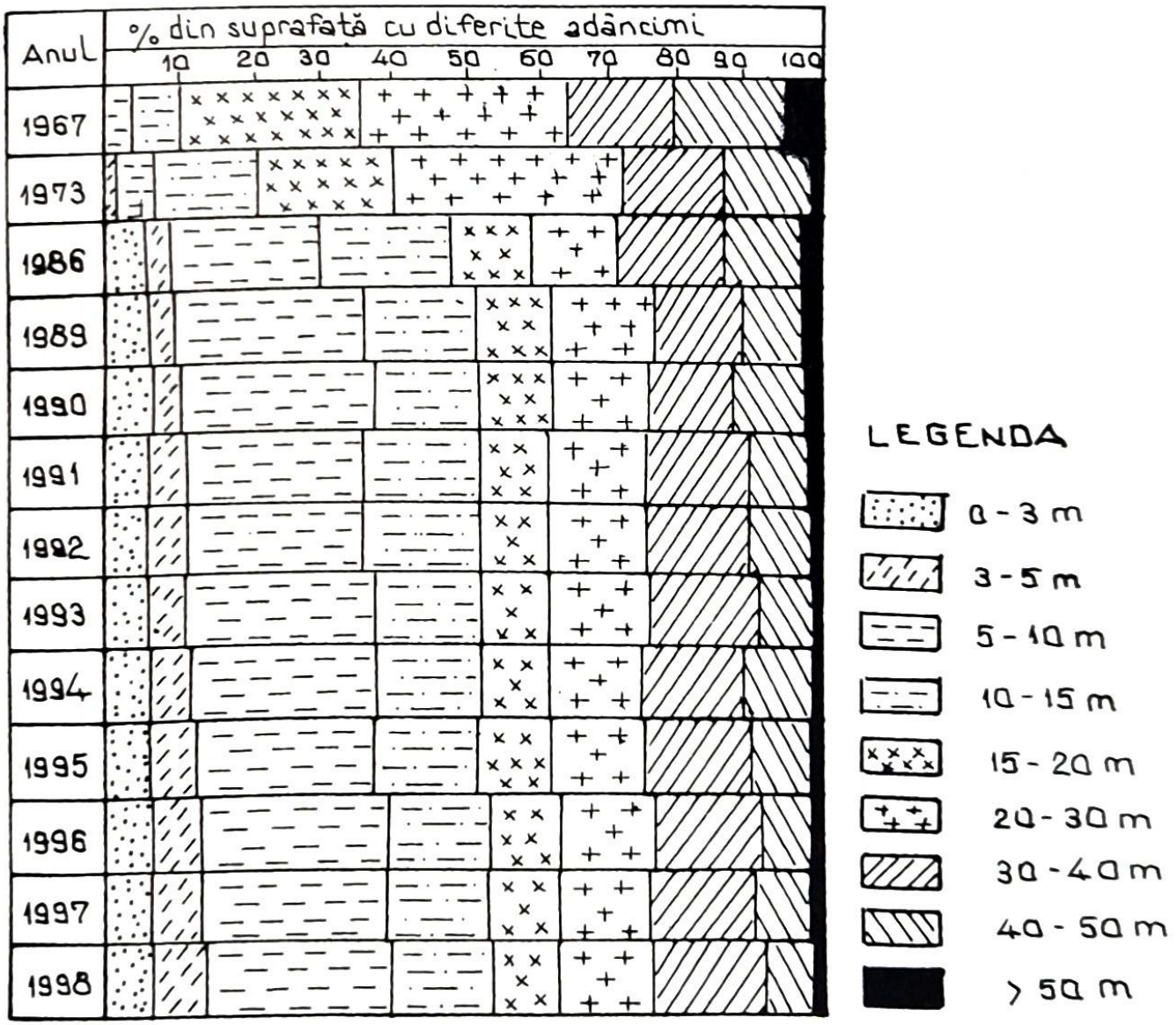


Fig. 7.13. Evoluția suprafețelor în % cu diferite adâncimi ale nivelului apei subterane în sistemul Pietroiu-Ștefan cel Mare

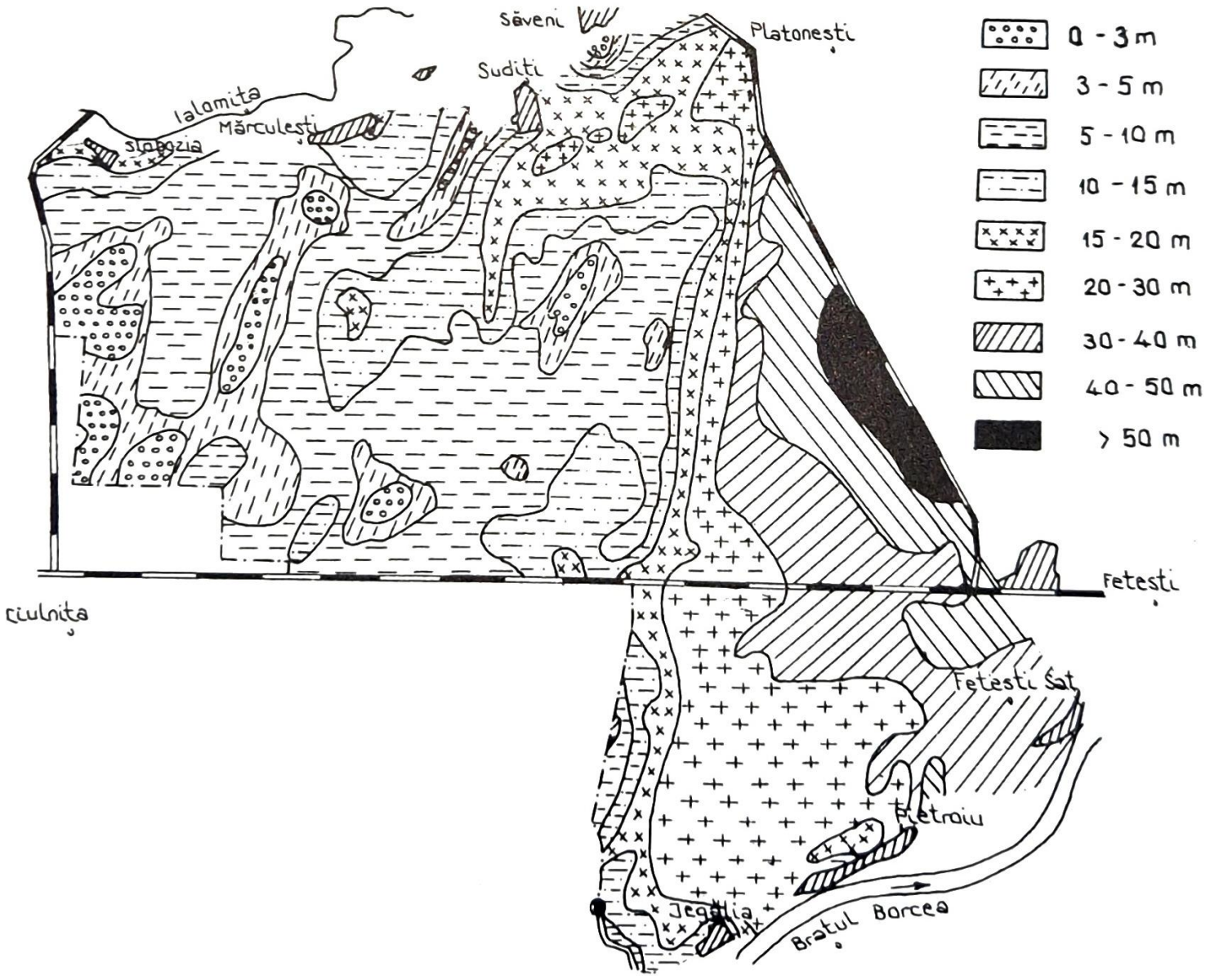


Fig. 7.14. Nivelul apei subterane în sistemul de irigații Pietroiu - Ștefan cel Mare, în anul 1996

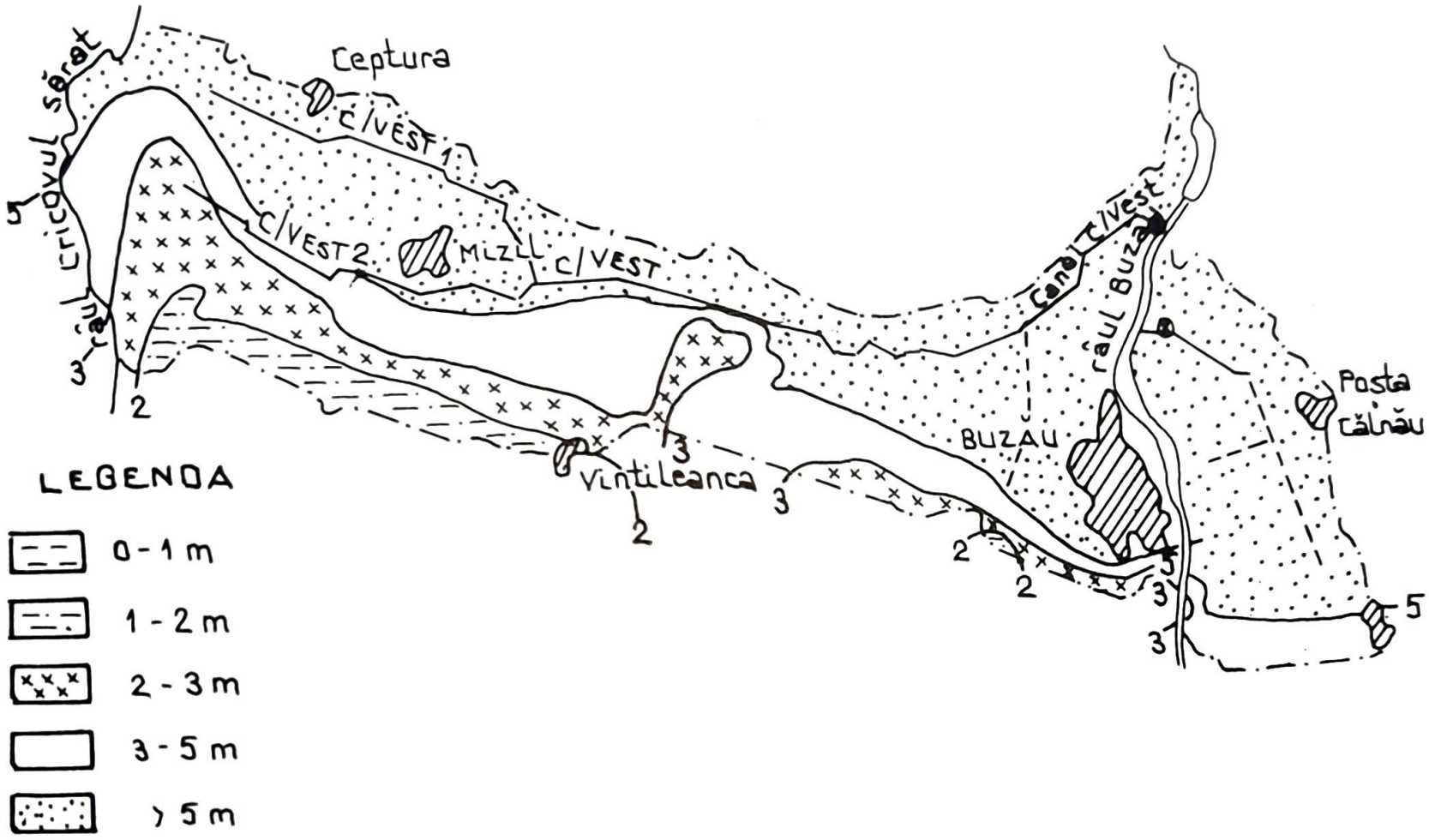


Fig. 7.15. Nivelul apei subterane în sistemul de irigații Câmpia Buzăului, în anul 1999

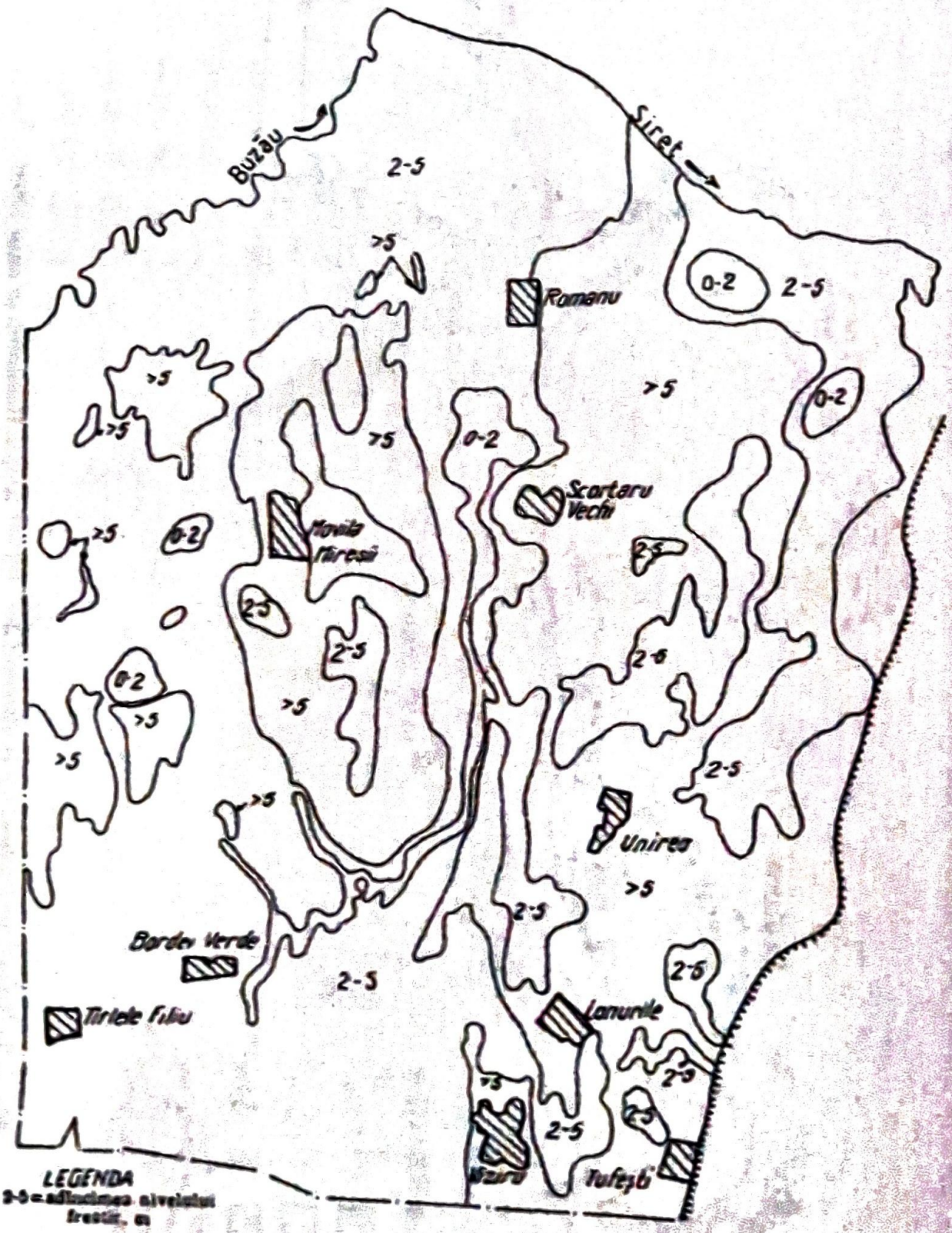


Fig. 7.16. Nivelul apei freatice, înainte de amenajare, în Terasele Brăila şi Viziru, în anul 1967

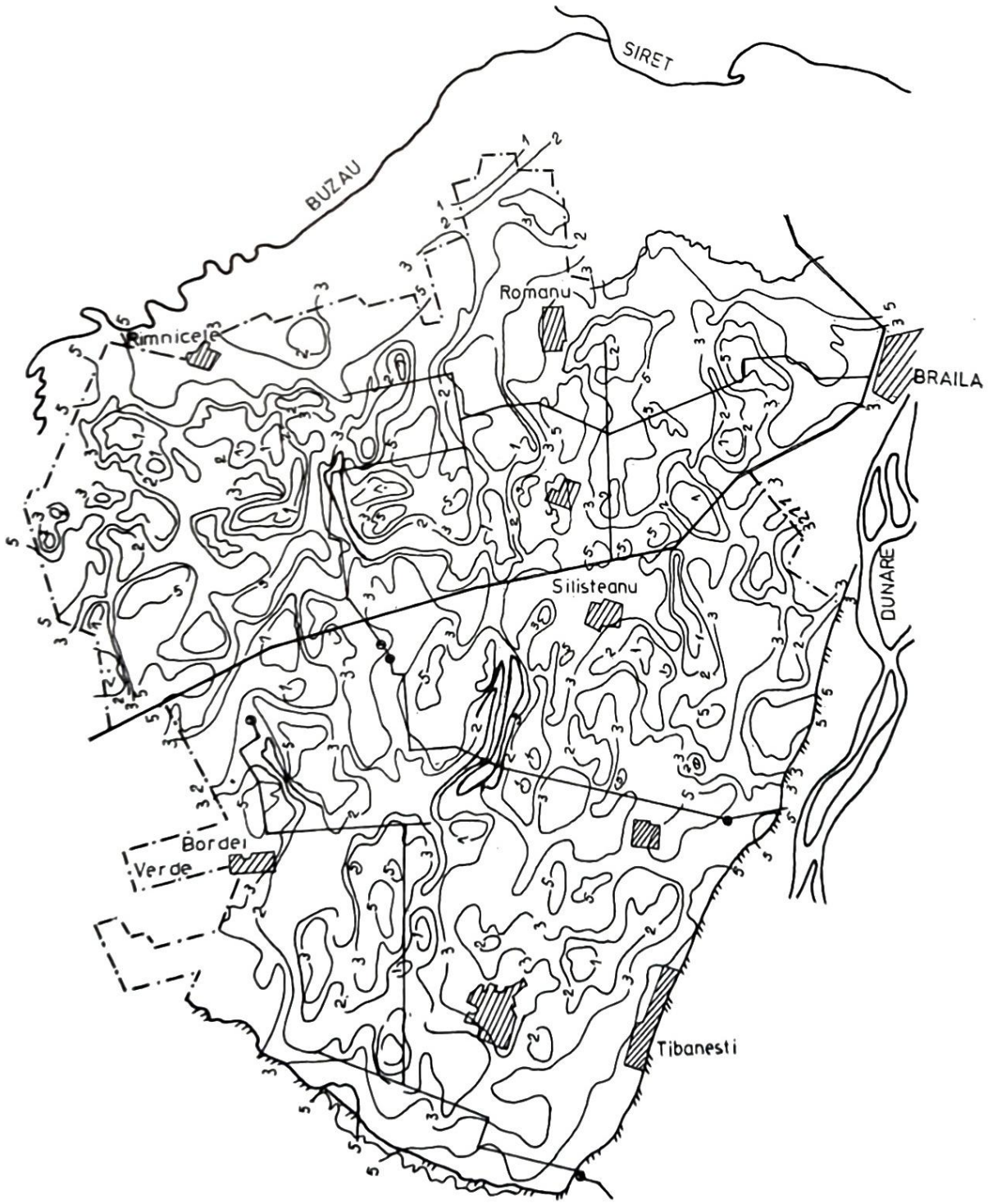


Fig. 7.17. Nivelul apei freatice în sistemele de irigații Terasa Brăilei și Terasa Viziru, în anul 1990

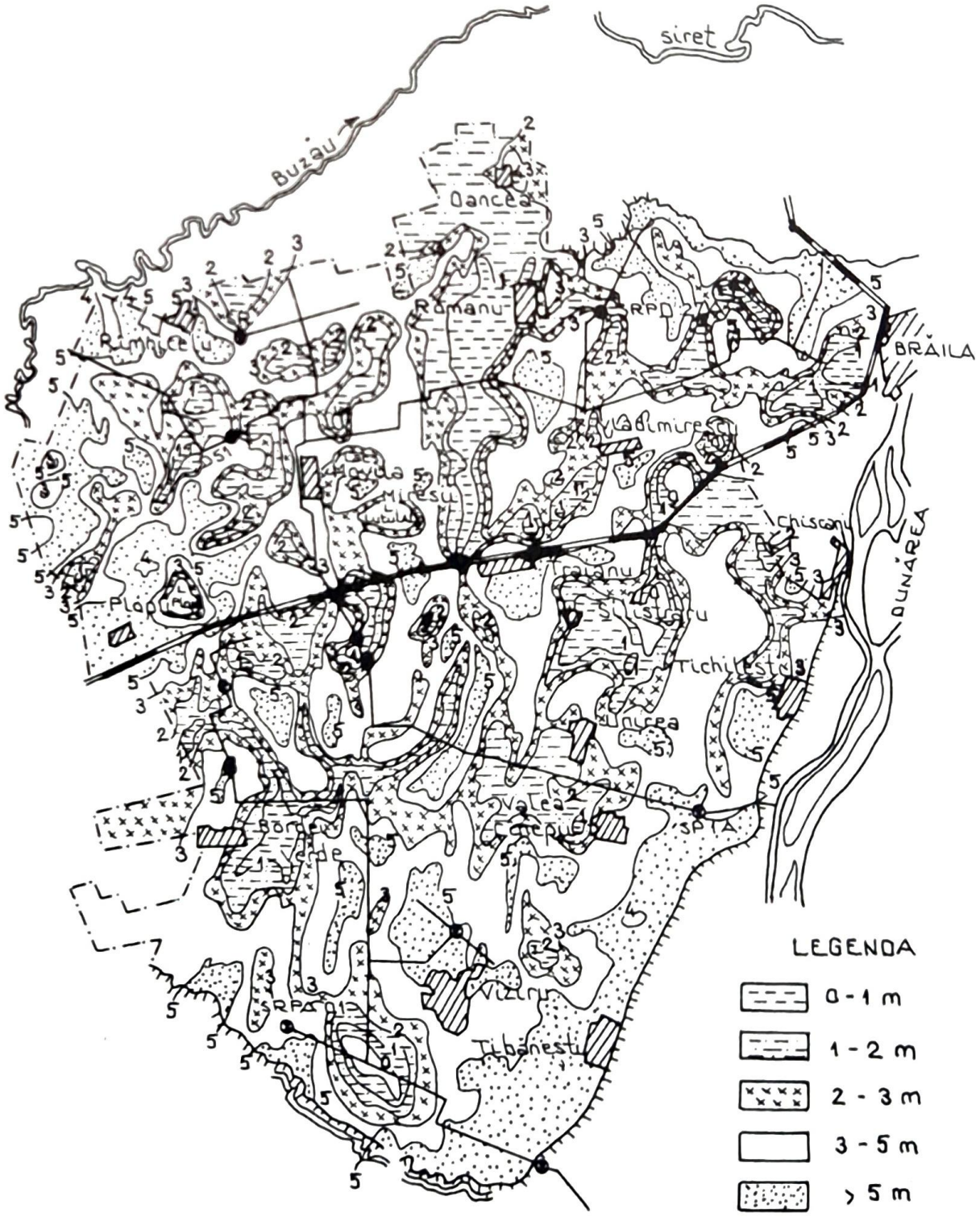


Fig. 7.18. Nivelul apei freatice în sistemele de irigaţii Terasa Brăilei şi Terasa Viziru, în anul 1997

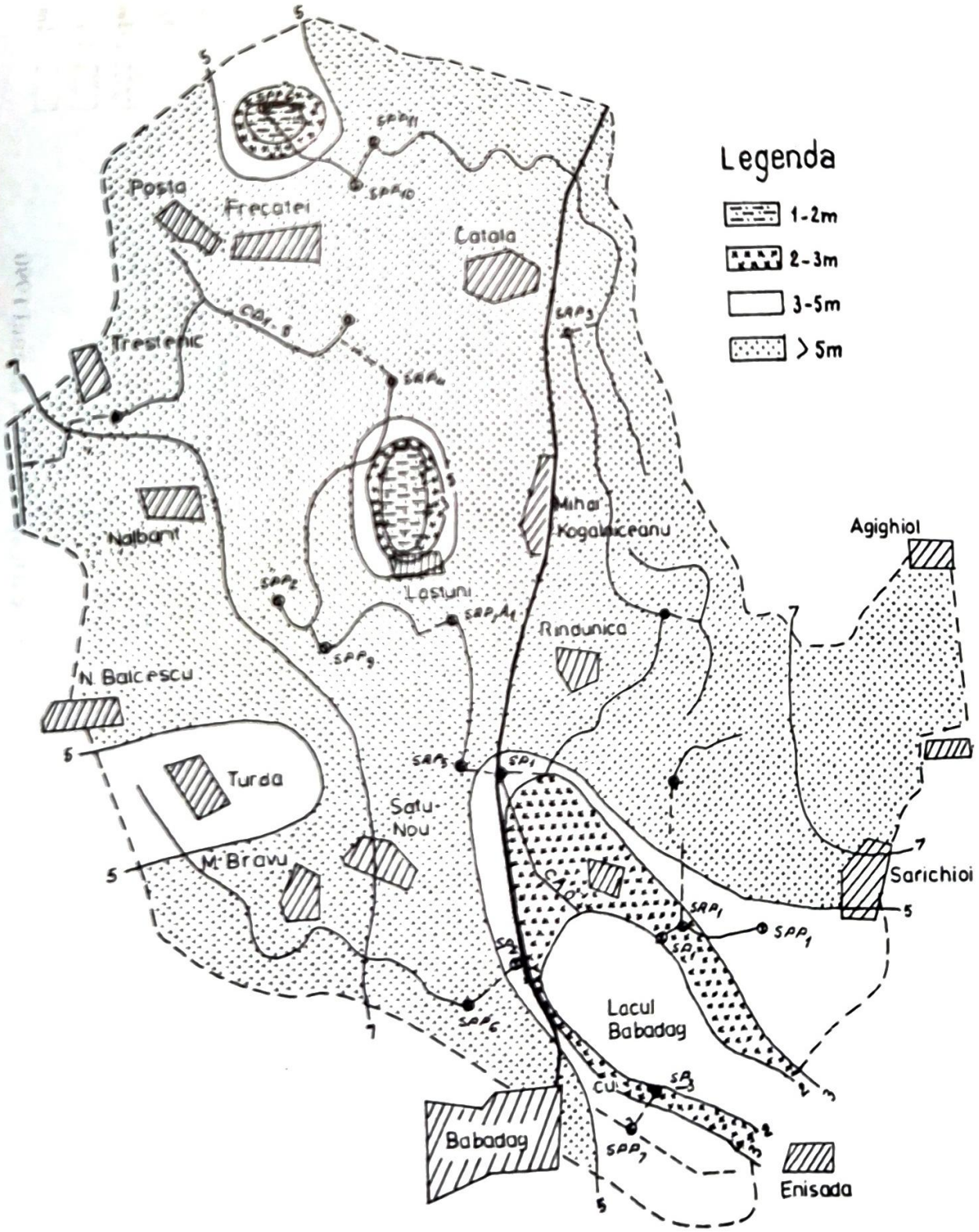


Fig. 7.19. Nivelul apei freatice în sistemul de irigații Babadag, în anul 1989

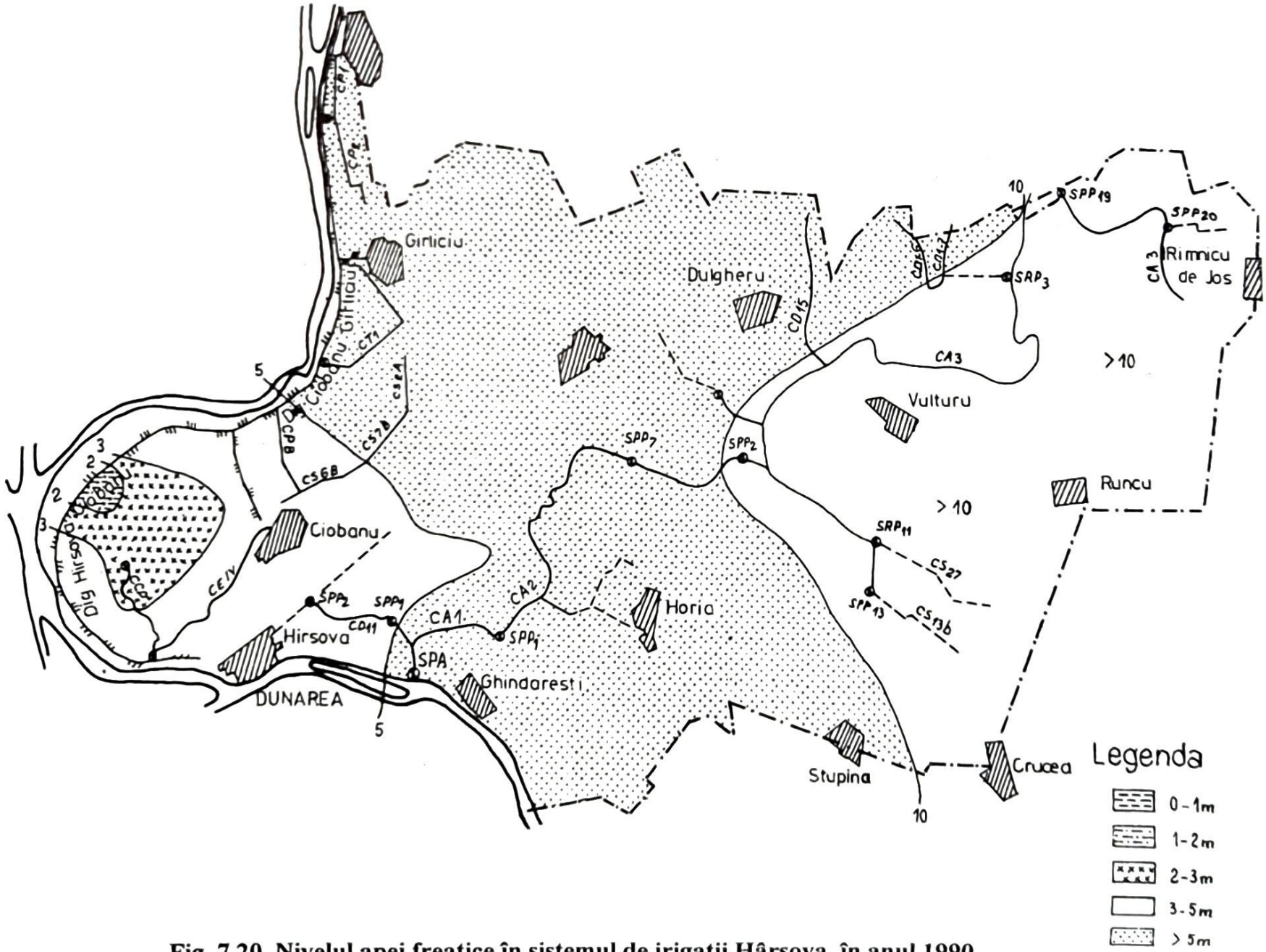


Fig. 7.20. Nivelul apei freatice în sistemul de irigații Hârșova, în anul 1990

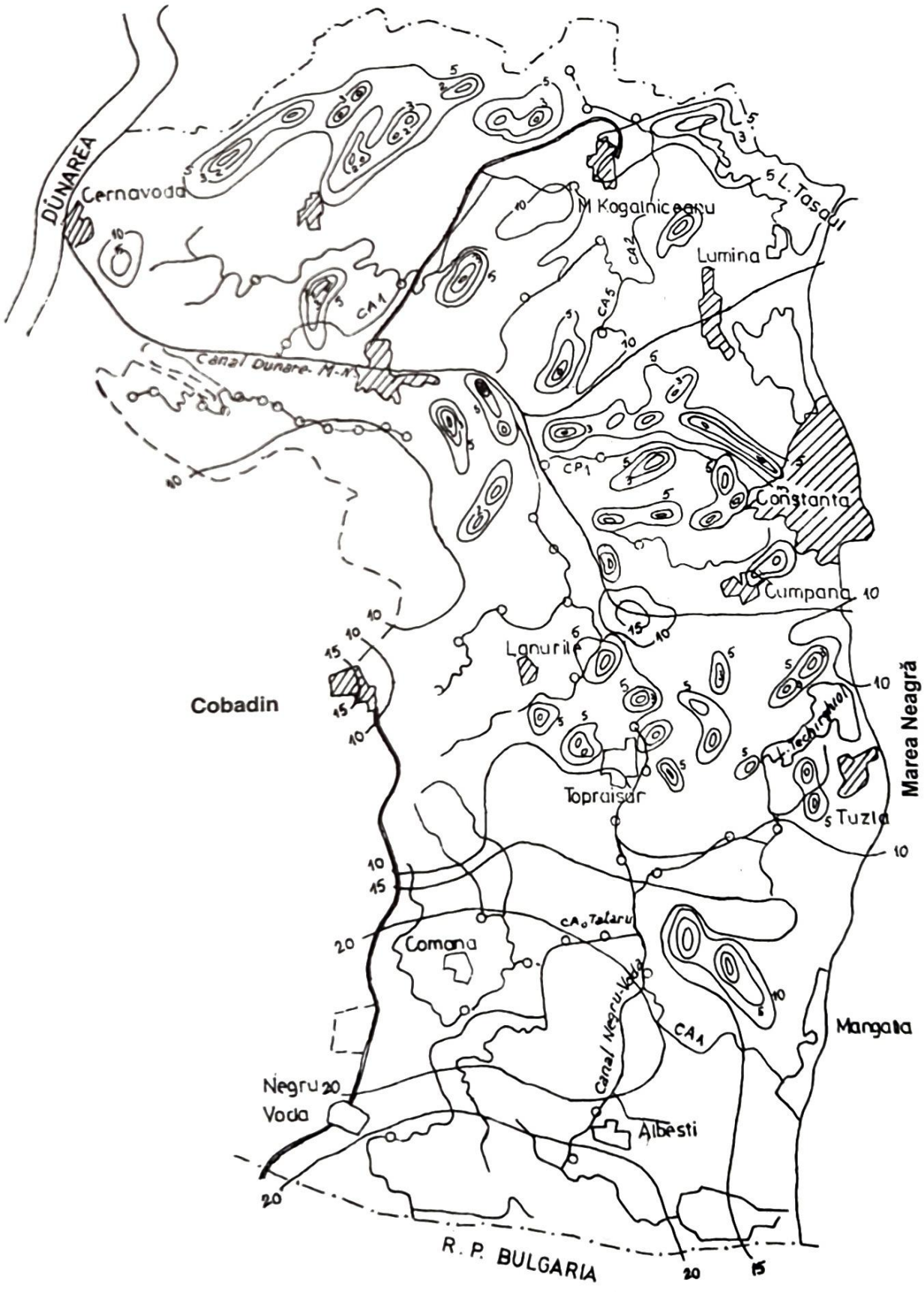


Fig. 7.21. Nivelul apei freatice în sistemul de irigații Carasu, în anul 1990

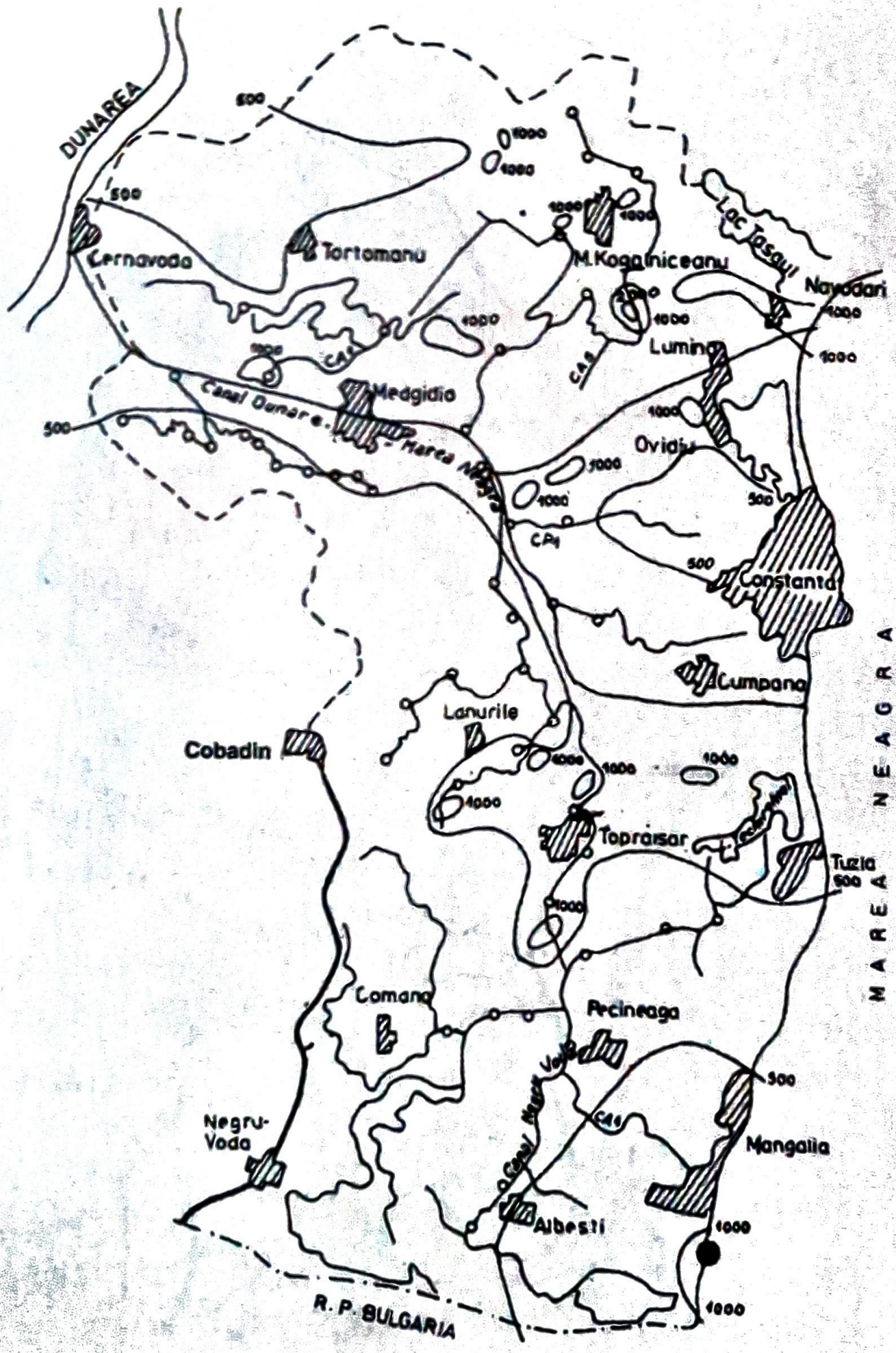


Fig. 7.22. Reziduu mineral (mg/l) în sistemul de irigaţii Carasu, în anul 1990

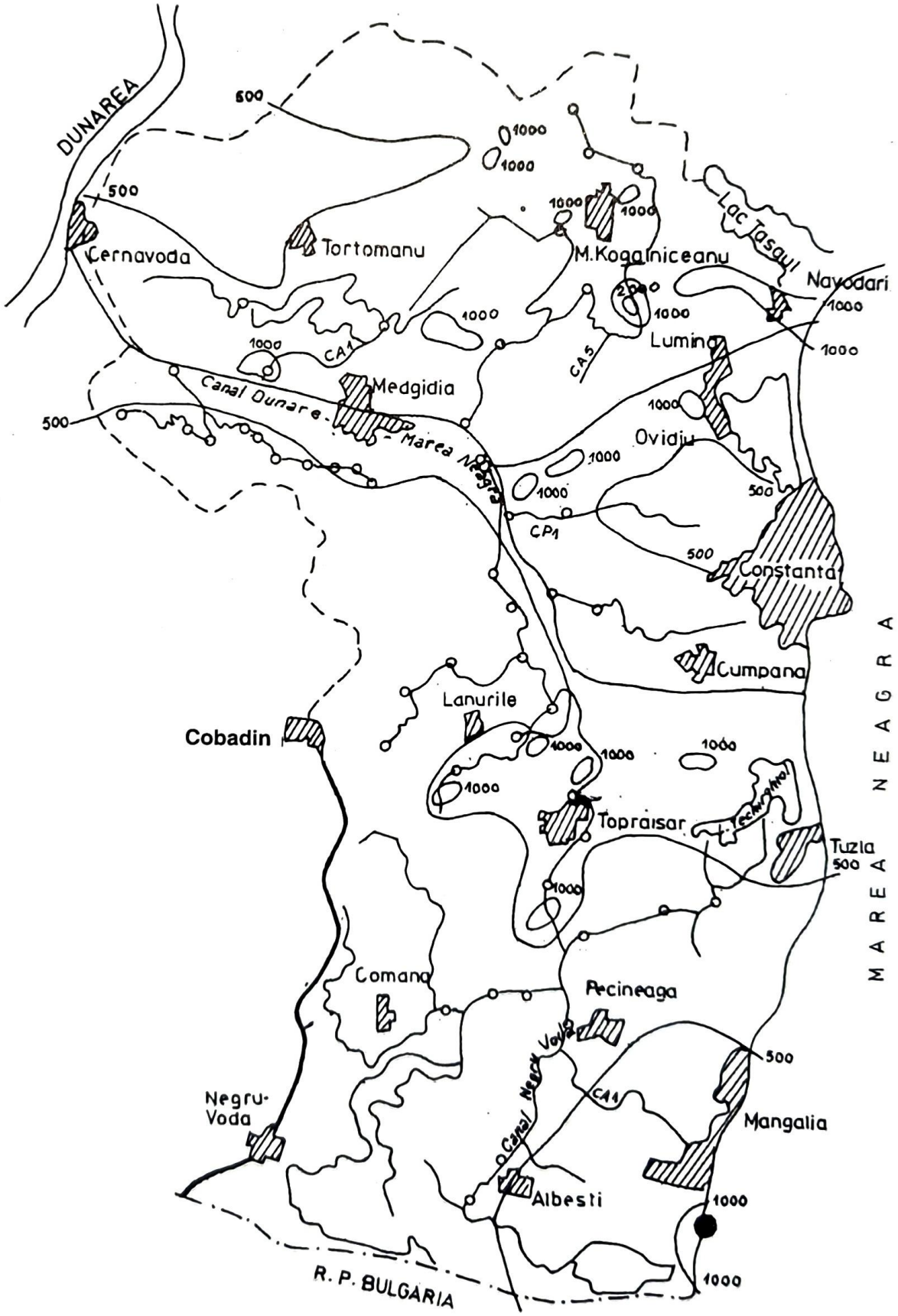


Fig. 7.22. Reziduu mineral (mg/l) în sistemul de irigaţii Carasu, în anul 1990

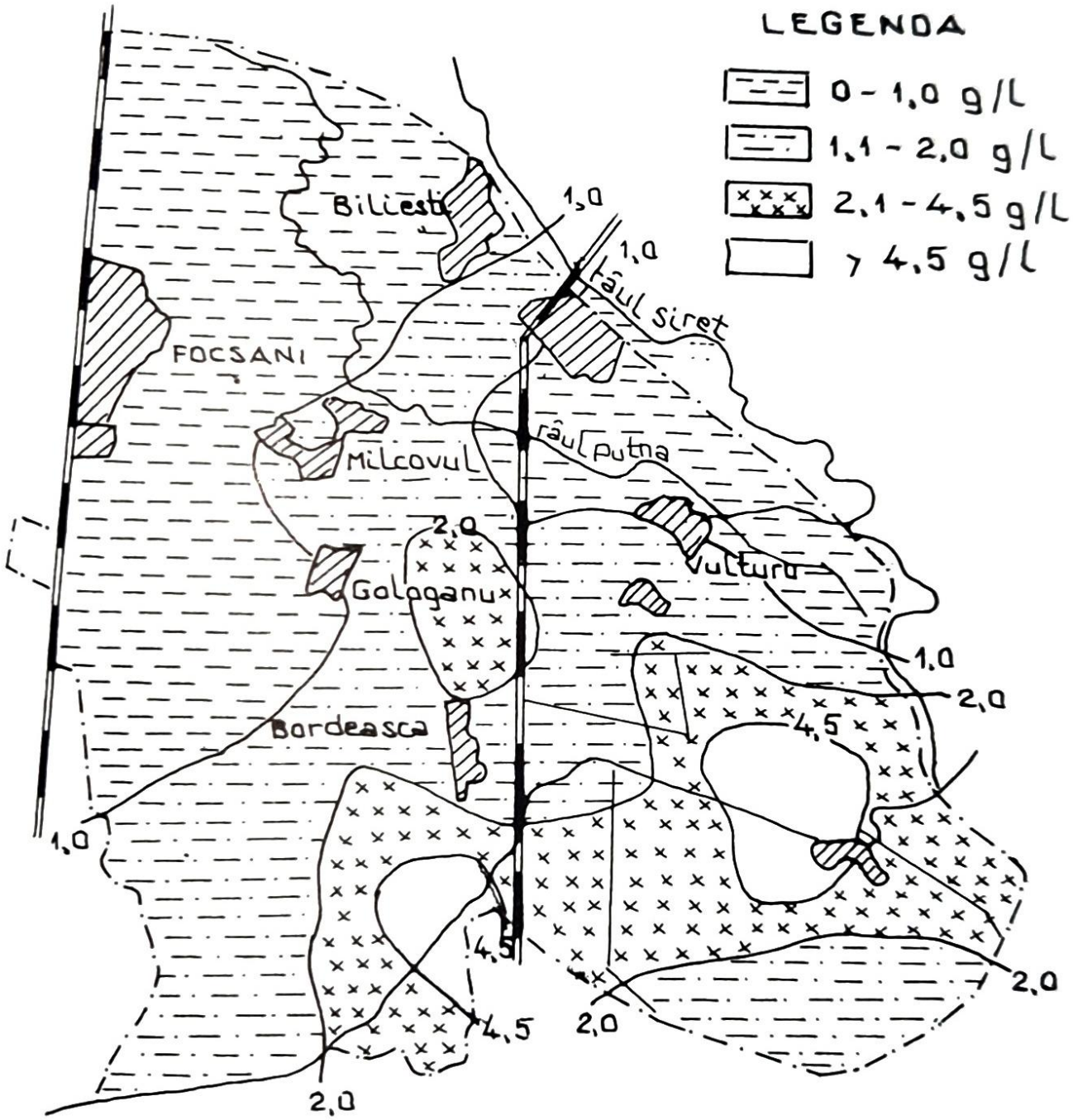


Fig. 7.23. Reziduu mineral (g/l) în sistemul de irigații Slobozia-Ciorăști, în anul 1999

Capitolul 8

SOLUȚII TEHNICE SIMPLE ŞI EFICIENTE PENTRU ÎMBUNĂTĂȚIREA FUNCȚIONALITĂȚII AMENAJĂRILOR DE IRIGAȚII

Amenajările de irigaţii din ţara noastră, aşa după cum s-a mai arătat, în prezent, se află într-un declin aproape total. Nu considerăm necesar a mai relua cauzele, asupra cărora s-au făcut suficiente referiri. Dacă ţinem seama în primul rând numai de vechimea actualelor sisteme de irigaţii, constatăm că majoritatea necesită a intra în reparaţii capitale, indiferent de gradul de utilizare în decursul timpului, care, după cum se cunoaşte, a fost foarte redus, mai ales în ultima perioadă de timp. Dacă ne referim în context la capitolul „amortizare" constatăm, de asemenea, că şi aici situaţia este asemănătoare. Timpul a trecut, au fost parcurşi mulţi ani secetoşi şi unii chiar excesiv de secetoşi, dar efectul măsurilor de combatere a secetelor prin irigaţii nu s-a resimţit, pentru că de fapt amenajările realizate în acest scop nu au fost folosite în majoritatea lor covârşitoare din varii motive. În consecinţă, paradoxal, efectul lipsei de apă asupra recoltelor s-a evidenţiat inclusiv în interiorul acestor amenajări, efect reflectat în producţii mici, foarte mici şi uneori chiar compromise practic total. Faţă de situaţia în care se află sistemele de irigaţii, indiferent de cauze, trebuie intervenit şi aşa cum am arătat, prin reparaţii capitale în cele mai multe cazuri. Astfel, începând cu completarea utilajelor hidromecanice şi aparaturii electrice din staţiile de pompare, de repompare, de punere sub presiune şi continuând cu recondiţionarea reţelei de irigaţii (canale şi conducte îngropate) inclusiv anexele, construcţiile şi aparatura pentru distribuţia şi măsurarea debitelor de apă şi construcţiile la prizele de apă, cablurile electrice şi încă multe altele, nepierzând din vedere echipamentul mobil pentru aplicarea udărilor, toate trebuie avute în vedere. Evident, toate acestea pornind de la premiza că, în viitor, printr-o exploatare raţională, aceste eforturi se vor recupera prin obţinerea rezultatelor scontate.

Revenind la acest ansamblu de măsuri, anumite realizări obţinute prin cercetări efectuate în condiţiile ţării noastre, considerăm necesar a fi cunoscute, având în vedere utilitatea acestora în actuala situaţie. Subliniem fap-

tul că soluțiile şi tehnologiile rezultate în urma cercetărilor la care ne referim sunt axate în mod special pe cea mai importantă problemă şi anume aceea a utilizării cât mai raționale a apei de irigat, mai ales în procesul vehiculării prin diferite componente ale amenajării, începând de la prize până la plante. Vom începe cu măsurile pentru prevenirea pierderilor de apă prin infiltrații din rețeaua de irigație. Dar înainte de aceasta considerăm necesar a prezenta situația randamentelor hidraulice ale rețelei de irigație, rezultată din investigațiile efectuate direct în sistemele de irigații, aflate în exploatare. Se cunoaşte de altfel că această problemă este legată nemijlocit şi de *aspectele evolutive ale terenurilor amenajate* pentru irigații care constituie, de asemenea, o preocupare majoră a unor cercetări de durată din cadrul ICITID, unele rezultate fiind expuse în cele prezentate anterior.

8.1. TEHNOLOGII ŞI DISPOZITIVE PRIVIND REȚELELE DE CANALE DESCHISE

8.1.1. Randamentul hidraulic al rețelelor de transport şi distribuție a apei din amenajările de irigații şi soluții de îmbunătățire

Pierderile de apă din rețeaua de transport şi de distribuție a apei al căror studiu fac, de asemenea, obiectul programului de cercetare „Exploatarea şi modernizarea sistemelor de irigații", se produc în cea mai mare măsură: prin infiltrații, prin evaporație şi prin evacuări.

În raport de funcționalitatea sistemului, pierderile de apă au valori diferite la intrarea în funcțiune, în timpul aplicării udărilor, precum şi la ieşirea din funcțiune a sistemului. Acestea sunt influențate de frecvența avariilor.

Pierderile de apă din canale depind de mai mulți factori, printre care: caracteristicile secțiunii, caracteristicile geotehnice ale terenului, adâncimea nivelului freatic, modul de execuție al canalului (rambleu, debleu, căptuşit, necăptuşit etc.), metoda de căptuşire şi vechimea căptuşelii, starea de întreținere şi modul de funcționare al acestuia etc.

În urma studiilor şi cercetărilor efectuate în sistemele de irigații din țara noastră pe un număr de peste 600 tronsoane de canale, într-o perioadă depăşind uneori 10 ani (în funcție de vechimea amenajării), din sistemele de irigații reprezentative, s-a stabilit între altele cuantumul pierderilor de apă, atât în cazul diferitelor categorii de pământuri, diferitelor tipuri de canale

şi căptuşeli, în condiţii hidrogeologice diferenţiate, cât şi în ce priveşte variaţia acestor pierderi în timp.

Metoda de determinare folosită a fost aceea în regim static, recomandată şi de Kraatz (în baza unui studiu comparativ al mai multor metode utilizate curent pe plan mondial). În acest scop s-au izolat prin batardouri etanşe, tronsoane de canale în perioadele de întrerupere a irigaţiei, s-a introdus apă până la nivelul de exploatare şi apoi s-au stabilit pierderile de apă, prin raportarea volumului de apă infiltrat în timp, la suprafaţa perimetrului muiat. Exprimarea s-a făcut în litri pe metru pătrat în 24 ore.

Din cercetările efectuate a rezultat că timpul în care se stabilizează pierderile prin infiltraţie poate depăşi uneori 50 de zile. În cele mai multe cazuri mărimea pierderilor stabilizate variază în exploatare de la 1200 l/zi/m^2 la 500 l/zi/m^2 pe canalele necăptuşite (în fazele de început, până la stabilizare, aceste pierderi au fost mult mai mari, mergând până la dublu şi chiar mai mult, uneori).

Pierderi stabilizate de la 300 l/zi/m^2 la 100 l/zi/m^2 s-au înregistrat pe canale căptuşite cu beton (dale mici şi mari rostuite cu mortar de ciment, beton monolit etc., după o perioadă de mai mulţi ani de funcţionare) şi între 50 l/zi/m^2 şi 15 l/zi/m^2 în cazul canalelor dalate şi rostuite cu anumite chituri elastoplastice şi a celor căptuşite cu folii din material plastic protejate.

După cum se vede, gama de variaţie este foarte largă depinzând în cazul canalelor necăptuşite de natura pământului şi de regimul de funcţionare. La canalele căptuşite, o creştere rapidă a pierderilor se produce la dalele rostuite cu mortar de ciment, chiar după parcurgerea primei ierni de la darea în exploatare, datorită fenomenului de îngheţ – dezgheţ, care acţionează asupra mortarului de la rosturi, fisurându-l, fenomen caracteristic condiţiilor climatice ale ţării noastre. În ceea ce priveşte comportarea în timp, în perioada de cercetare menţionată nu s-a constatat o reducere a pierderilor prin infiltraţii, ca urmare a colmatării cu suspensii provenite din apa din sursă.

În urma determinărilor, efectuate în *reţelele de conducte îngropate* aflate în exploatare s-au obţinut valori ale randamentului variind între 98 şi 99 %. În acest scop s-a utilizat metoda hidraulică elaborată de Anisimov, constând în menţinerea în conducte a unei presiuni constante, prin introducerea cu intermitenţă a unor volume de apă cunoscute, reprezentând de fapt apa pierdută. În tot acest timp hidranţii au fost etanşaţi perfect.

Pierderile de apă unitare (în l/m^2 în 24 ore) din canale reprezintă un element important în calculul randamentului reţelei de transport şi distribuţie a apei. Acestea se iau în considerare, de regulă, în funcţie de perimetrul muiat, corespunzător debitului rezultat pentru luna de vârf. În exploa-

tare, datorită necesităţii menţinerii în unele cazuri a unor niveluri ridicate ale apei, dictate de cotele impuse ale unor canale de ordin inferior celui din care deriva, precum şi datorită altor cauze cum ar fi spre exemplu cerinţele impuse de anumite tipuri de automatizare etc., suprafaţa de infiltraţie se menţine în multe cazuri constantă la debite variabile, în orice caz mai mici decât debitul rezultat pentru luna cu consum maxim de apă. În asemenea condiţii randamentul se reduce mult în cadrul aceloraşi pierderi unitare. În condiţiile specifice ale ţării noastre, structura planului de cultură obligă ca cel puţin 2-3 luni din sezonul de irigat (în unele cazuri şi mai mult) reţeaua de transport şi de distribuţie a apei să nu funcţioneze în totalitate. În legătură cu cele de mai sus trebuie menţionat că datorită cerinţelor diferite faţă de irigaţie ale culturilor, legate de specie, de stadiul de vegetaţie etc., de variabilitatea factorilor climatici (a precipitaţiilor în special) şi a celor pedohidrogeologici etc., debitul de apă necesar a fi prelevat din sursă variază foarte mult. În asemenea condiţii apar inerent perioade uneori destul de lungi, în care reţeaua de canale funcţionează cu niveluri superioare celor corespunzătoare debitului pentru solicitări mai reduse, ca urmare a cauzelor menţionate anterior, cu implicaţii negative asupra randamentului de utilizare a apei, implicaţii care nu sunt deloc neglijabile după cum se va vedea în continuare.

În cele ce urmează se fac referiri la situaţii concrete din trei mari sisteme de irigaţii considerate reprezentative din punct de vedere al condiţiilor naturale şi al tehnicii de amenajare: Gălăţui-Călăraşi amplasat în Bărăganul de Sud, amenajat parţial în ploturi cu conducte sub presiune, precum şi cu canale de sector deschise cu preluarea apei cu agregate de pompare, având reţeaua de canale de aducţiune şi distribuţie căptuşită integral; Pietroiu-Ştefan cel Mare vecin sistemului Gălăţui – Călăraşi cu amenajare interioară constituită de asemenea din conducte şi canale de sector pentru aspersiune, cu reţeaua de canale însă necăptuşită (cu excepţia canalului de aducţiune căptuşit în proporţie de 36%) şi Giurgiu –Răzmireşti amenajat integral cu conducte sub presiune şi cu reţea de transport şi distribuţie a apei la staţiile de punere sub presiune cu canale căptuşite în proporţie de 68%. Tipurile de amenajare şi metodele de udare se prezintă în tabelul 8.1.

În calculul randamentului s-a ţinut seama de elementele constructive ale tuturor canalelor şi conductelor care compun reţeaua de transport şi distribuţie a apei, cu ajutorul cărora s-au stabilit suprafeţele de infiltraţie (căptuşite şi necăptuşite), precum şi volumele intrate. În continuare, introducând pierderile de apă determinate în l/m^2 în 24 ore prin cercetări efec-

tuate în teren, s-au calculat după metodologia clasică randamentele parţiale pe categorii de canale şi conducte, apoi randamentul întregii reţele de transport şi distribuţie a apei. În ceea ce priveşte cantitatea de apă intrată s-au avut în vedere următoarele ipoteze: reţeaua de irigaţie funcţionează cu debitul pentru luna de dimensionare, cu 80 % din acesta, cu 60% şi cu 40% (V_1, V_2, V_3, V_4 – tabelul 8.2). La canalele distribuitoare de sector s-a ţinut seama de funcţionarea prin rotaţie.

Admiţând menţinerea unor niveluri aproximativ constante în canale la debite diferite (fapt întâlnit frecvent în exploatare), se constată scăderi substanţiale ale randamentului, pe măsura reducerii cantităţilor de apă intrate în reţea.

Astfel, din tabelul 8.2 rezultă reduceri ale randamentului de la 0,84 la 0,60 şi de la 0,88 la 0,70 în sistemele Gălăţui - Călăraşi şi respectiv Giurgiu-Răzmireşti, precum şi de la 0,72 la 0,30 în sistemul Pietroiu- Ştefan cel Mare, în situaţii în care volumul de apă calculat pentru luna de dimensionare se reduce până la 40%. Trebuie precizat că în acest calcul s-au avut în vedere pierderile asupra cărora se poate acţiona din punct de vedere tehnic. Pierderile prin evaporaţie de la suprafaţa liberă a apei au valori foarte mici de ordinul a 1-3 % din pierderile totale; nu au o influenţă negativă asupra mediului şi practic nu pot fi evitate. Celelalte categorii de pierderi din reţea, cum ar fi cele datorate avariilor sau cele care pătrund în evacuări etc., având la bază considerente subiective, practic nu pot fi evaluate pe de o parte, iar pe de altă parte ar putea fi evitate în cea mai mare măsură, printr-o exploatare raţională, prin recircularea apei etc.

Tabelul 8.1

Randamentul hidraulic în sisteme reprezentative, prevăzute cu diferite tipuri de amenajare şi metode de udare

Sistemul	Suprafaţa, ha					Debit de dimensionare m^3/s	Sursa de apă pentru irigaţie
	Total	Brazde	Aspersiune				
			Total	SPP şi tip monofilar	Canale deschise şi agregate mobile		
Giurgiu – Răzmireşti	147152	19163	127989	127935	-	109.12	Dunărea
Gălăţui-Călăraşi	83660	-	83660	59086	27574	62.3	Dunărea
Pietroiu-Ştefan cel Mare	54393	-	54393	32043	22350	46.9	Borcea

Tabelul 8.2

Variația randamentului rețelei de transport și distribuție a apei la diferite volume de apă intrate

Sistemul	Rețea	Suprafața de infiltrație (m^2)			Volum de apă pierdut prin infiltrații (mil. m^3/lună)	Volum de apă intrat în rețea (mil. m^3/lună)				Randamentul de transport și distribuție			
		Total	Căptușit	Necăptușit		V_1	V_2	V_3	V_4	η_1	η_2	η_3	η_4
Giurgiu-Răzmirești	Canale	2684191	1815451	868740	34.0	282.8	226.3	169.7	113.1	0.88	0.85	0.80	0.70
	Conducte	1928286			0.3								
	Total				34.3	282.8	226.3	169.7	113.1	0.88	0.85	0.80	0.70
Gălățui-Călărași	Canale	2696772	2591376	105393	25.75	162.5	130.0	97.5	65.0	0.84	0.80	0.74	0.60
	Conducte	773763			0.116								
	Total				25.866	162.5	130.0	97.5	65.0	0.84	0.80	0.74	0.60
Pietroiu-Ștefan cel Mare	Canale	1871440	257953	1613487	33.976	121.6	97.3	72.8	48.6	0.72	0.65	0.53	0.30
	Conducte	379820			0.012								
	Total				33.988	121.6	97.3	72.8	48.6	0.72	0.65	0.53	0.30

De asemenea, este necesar a specifica faptul că cele prezentate cu privire la randamentul hidraulic se referă la reţeaua de irigaţie permanentă (canale şi conducte), prin urmare la randamentul acesteia. Nu se face referire la randamentul în câmp care reprezintă cu totul altă problemă şi care ţine de respectarea regulamentului de exploatare, de disciplină în procesul de aplicare a udărilor. De fapt, în unele cazuri, ponderea acestuia este de multe ori egală sau chiar mai mare în cadrul randamentului hidraulic global.

Trebuie menţionat, de asemenea, că aşa cum s-a văzut de altfel şi din cele prezentate anterior, dintr-o reţea de conducte îngropate, bine realizată şi exploatată, influenţa pierderilor de apă asupra randamentului întregii reţele este practic nesemnificativă.

Rezultă că, prin eliminarea principalei surse care generează risipa de apă din reţeaua de transport şi de distribuţie cu implicaţii majore asupra consumului de energie, al cheltuielilor pentru apă şi asupra mediului, pe termen lung, trebuie să se acţioneze asupra cauzei de bază şi anume, asupra pierderilor prin infiltraţie. Aceasta presupune în primul rând realizarea unei reţele de irigaţii cât mai etanşe.

Utilizarea foliilor din mase plastice lestate cu dale la căptuşirea canalelor apare în prezent ca cea mai eficientă soluţie alături de căptuşeala cu beton monolit, soluţii apreciate favorabil şi pe plan mondial. Din cercetările efectuate s-au obţinut rezultate bune şi prin folosirea la rosturile dintre dale a chiturilor elastoplastice, după cum se va vedea în cele ce urmează.

Aceste materiale apărute relativ mai recent şi deci neputând fi utilizate în cazul amenajărilor executate în etapele anterioare, trebuie avute în vedere atât la cele ce se proiectează în prezent cât şi la îmbunătăţirea celor existente, prin retehnologizare.

Căptuşelile realizate cu aceste materiale evident necesită un consum de energie majorat atât în procesul de fabricaţie, cât şi pentru punerea în operă pe şantier. Economiile realizate pe parcursul exploatării rezultate din reducerea consumului de energie, ca urmare a reducerii marilor cantităţi de apă pierdute prin infiltraţii, justifică pe deplin utilizarea unor căptuşeli cât mai etanşe aşa cum rezultă din cele prezentate în tabelul 8.3. Aceasta având în vedere şi efectul pierderilor de apă asupra mediului (sol, hidrogeologie etc.).

Tabelul 8.3

Durata de recuperare a investiției metodelor de impermeabilizare prin economii de energie realizate prin căptușire

Nr. crt.	Tipul căptușelii	Pierderi medii de apă stabilizate ($m^3/m^2/zi$)	Economii zilnice realizate comparativ cu varianta necăptușită		Conținutul total de energie a căptușelilor			Durata de recuperare a energiei înglobate în căptușeli (zile)
			m^3/m^2, apă	Energie (kWh/m^2)	materiale	utilaj (kWh/m^2)	total	
1	Canale necăptușite	0.600	-	-	-	-	-	-
2	Căptușeli din dale mici de beton 50x50x6 rostuite cu mortar de ciment	0.300	0.300	0.069	30.75	0.08	31.55	457
3	Căptușeli din dale mici de beton 50 x 50 x 6 rostuite cu chituri de etanșare	0.070	0.530	0.122	37.94	1.46	39.40	323
4	Căptușeli din dale mari prefabricat 300x300x6 rostuite cu mortar de ciment	0.200	0.400	0.092	57.06	0.16	57.22	622
5	Căptușeli din dale mari de beton prefabricate 300x100x6 rostuite cu chituri de etanșare	0.050	0.550	0.127	62.82	0.65	63.46	500
6	Căptușeli din beton simplu turnat cu Rahco rostuite cu mortar de ciment	0.100	0.500	0.115	67.71	2.18	69.89	608
7	Căptușeli din beton simplu turnat cu Rahco rostuite cu chituri de etanșare	0.035	0.565	0.130	69.71	2.36	72.07	554
8	Căptușeli din dale mari așezate pe folie din PVC de 0,8 mm	0.035	0.565	0.130	61.75	0.16	61.91	476
9	Căptușeli din dale mici așezate pe folie de 0,5 mm	0.035	0.565	0.130	34.78	0.08	34.86	268

Calculele au avut la bază pierderile de apă unitare medii rezultate din canalele necăptuşite, precum şi cele din canalele căptuşite cu diferite tipuri de căptuşeli, economii zilnice realizate în cazul căptuşelilor respective, comparativ cu varianta necăptuşită, exprimate, în apă, energie precum şi în conţinutul total în energie înglobată în căptuşeli. Rezultă astfel că în cazul variantelor considerate de perspectivă, energia totală înglobată în căptuşeli de 1 m^2 este echivalentă cu energia consumată neproductiv pentru pomparea apei pierdute spre exemplu în 500, 554 şi respectiv 476 zile de funcţionare a canalelor în cauză, ceea ce reprezintă circa 4 ani de exploatare (raportarea se face la aceeaşi suprafaţă de infiltraţie).

Cunoscând marea durabilitate a acestor tipuri de căptuşeli (30 –50 ani), concluziile se impun de la sine în ceea ce priveşte consumul energetic, inclusiv cheltuielile care decurg.

La cele menţionate anterior este necesar a se mai adăuga următoarele:

- apa pentru irigat, pentru eventualele noi amenajări, se va obţine la costuri mult mai ridicate, având în vedere necesitatea realizării unui mare volum de acumulări în condiţiile unor surse de apă limitate;

- canalele necăptuşite necesită un volum mai mare de terasamente pentru transportul aceluiaşi debit datorită rugozităţii sporite, scot din cultură o suprafaţă mai mare atât datorită amprizei mărite, cât şi a excesului de umiditate ce se creează în zonele limitrofe şi pun probleme complicate de întreţinere în exploatare;

- pierderile de apă contribuie substanţial la ridicarea nivelului freatic, cu implicaţii negative asupra regimului hidrogeologic din amenajările aflate în exploatare, implicaţii care în anumite condiţii pot avea ca efect degradarea solurilor prin înmlăştinare sau sărăturare secundară, asupra mediului general.

În acest context trebuie reţinut că deşi căptuşelile cu dale rostuite cu mortar de ciment prezintă o durată de recuperare asemănătoare cu aceea a celorlalte tipuri de căptuşeli, totuşi ele prezintă dezavantajul unor pierderi mari, cu toate implicaţiile menţionate anterior.

Oportunitatea căptuşelilor trebuie analizată cu mult discernământ, chiar în cazul pământurilor argilo-contractile, unde pierderile de apă prin infiltraţii în condiţii de umiditate permanentă sunt foarte mici. Acestea ţinând seama de aspectele legate de stabilitatea taluzelor şi a construcţiilor hidrotehnice, eventualele crăpături care pot apărea la schimbarea stării de umiditate (evoluţia spre uscat) în cazul întreruperilor din funcţiune, precum şi de implicaţiile în întreţinere şi exploatare.

Soluții pentru prevenirea pierderilor de apă prin infiltrații

Folii hidroizolatoare. Căptușirea canalelor de irigație și a bazinelor de stocare a apei cu diverse tipuri de folii (membrane) protejate cu dale de beton este soluția unanim acceptată de specialiști, ca fiind cea mai eficientă sub aspectul reducerii pierderilor de apă prin infiltrație și al sporirii duratei de serviciu pentru construcțiile respective. Aceasta mai ales în reabilitarea amenajărilor unde canalele au suferit și unele deformări ale secțiunii. Un exemplu pozitiv în țara noastră îl reprezintă sistemul de irigații Sadova - Corabia cu rezultate foarte bune din acest punct de vedere.

Tipurile de folii hidroizolatoare pot fi cele din polietilenă, policlorură de vinil și diverse tipuri de butyl-cauciuc. După anul 1980 s-au realizat mai multe recepturi de folii hidroizolatoare din resurse polimerice secundare (tip HRS 1 ,2, si 3), având ca principali constituenți polietilena recuperată și bitum industrial parafinos în diverse procentaje. Pentru întreaga gamă de folii produse în țară în vederea alegerii celor mai bune variante s-au organizat cercetări privind comportarea atât în condiții de poligon experimental, cât și de exploatare curentă, efectuându-se totodată testele fizico-chimice de laborator, precum și cele de îmbătrânire accelerată în cadrul INCERC Bucureşti.

Cele mai bune rezultate s-au obținut prin utilizarea foliilor din PVC de 0,4 și 0,8 mm grosime, fabricate de IMACOM Turda, precum și a foliilor de resurse polimerice secundare de 0,8 și 1,0 mm grosime, fabricate la NAPOCHIM Cluj- Napoca și omologate în anul 1986 (Klepş Cr., 1994).

Tehnologia de punere în operă a acestora include următoarele operații principale:

- Se realizează pe o platformă betonată, prelate din folia respectivă, cu o lățime mai mare cu cca 2 m față de perimetrul muiat al canalului la care se adaugă garda acestuia. Îmbinările se fac fie prin lipire, utilizându-se diferiți adezivi în cazul foliei din PVC, fie prin suflare cu aer cald, utilizându-se un pistol de sudat mase plastice în cazul foliilor HRS.

În cazul utilizării adezivilor, foliile ce trebuie îmbinate se suprapun pe cca 10 cm lățime, se degresează marginile ce urmează să fie lipite cu un solvent aromatic (benzen, toluen etc.), după care se aplică prin pensulare adezivul CRIS sau altul din cele apărute ulterior. La 10-15 minute de la aplicarea acestuia, marginile foliilor se suprapun, iar îmbinarea se presează cu un rulou de cca 10 kgf. După presare se aplică peste îmbinare prin pensulare folia lichidă LIS, pentru uniformizarea covorului.

La lipirea foliilor tip HRS cu pistolul de sudat mase plastice marginile foliilor se suprapun pe cca 5 cm, se curăță de praf și se îndreaptă jetul de

aer cald între cele două margini, înaintându-se cu o viteză de 1,5-2 m/minut. Sudura se presează concomitent cu deplasarea pistolului, cu o rolă metalică cu bandaj de cauciuc. În cazul unui suport denivelat ce nu permite presarea, sudura se face pe o scândură de 25-30 cm lățime și 2-3 m lungime, care se plimbă în lungul suprapunerii pe măsura execuției. După confecționare, prelatele se rulează în formă de suluri și se transportă la locul de punere în operă.

- După aducerea canalului la secțiunea proiectată și curățirea acesteia de buruieni (în cazul canalelor aflate în exploatare) la limita superioară a zonei de gardă, cu un dispozitiv de tip „Castor" se sapă câte un șănțuleț de cca 40 cm adâncime pe fiecare taluz al canalului.

- Se întinde folia în mod uniform pe fundul și taluzele canalului ancorându-se provizoriu marginile superioare ale acestuia în șănțulețele de pe taluze.

- Se lansează dalele în canal pe un plan înclinat, manipulându-se apoi manual prin așezarea acestora, mai întâi pe fundul canalului și apoi pe taluze, după care folia se încastrează definitiv în șănțulețe prin acoperire cu pământ.

- Acolo unde covorul pus în lungul canalului se termină, se continuă cu un altul suprapus și lipit de acesta la fața locului, după unul din procedeele amintite anterior.

În prezent, există metode îmbunătățite de punere în operă a foliilor (membranelor), care evident trebuie avute în vedere în operațiile de acest gen, în acțiunea de retehnologizare a amenajărilor de irigații.

În cazul *canalelor mici*, cu debite până la 1-1,5 m^3/s, se poate adopta soluția de căptușire a acestora cu folie din polietilenă de cca 0,2 mm grosime. Această tehnologie a fost experimentată cu bune rezultate pe canalele sistemului de irigație Stoenești, jud. Olt, folosindu-se utilaje aflate în dotarea sistemului (N. Groza, 1981). Principalele etape de lucru au constat din:

- reprofilarea canalului cu un utilaj adecvat, aducându-se taluzul la o înclinație de 1 : 1,5 sau 1 : 1,75;

-executarea cu același utilaj a șanțurilor pentru încastrarea foliei pe coronamentul canalului;

- tratarea canalului cu pesticide;

- întinderea și fixarea foliei de polietilenă pe coronamentul canalului;

- acoperirea foliei cu un strat de cca 30 cm de pământ prin împingere cu autogrederul;

- măsurători topografice în vederea fixării cotei fundului canalului şi materializarea acestuia prin câte o traversă de dale mici, pozate din 20 în 20 m, dalele servind şi ca repere pentru executarea mecanizată a decolmatărilor ulterioare;

- tasarea pământului cu un cuplaj de tăvălugi şi finisarea canalului;

- însămânţarea cu graminee perene a treimii superioare a taluzelor în vederea sporirii stabilităţii pământului.

Execuţia *hidroizolaţiei bazinelor de stocare* a apelor uzate se realizează tot cu folii din PVC sau de tip HRS de 0,8 mm grosime lestate cu dale, folosindu-se un procedeu asemănător celui expus anterior şi care comportă următoarele faze de lucru: pregătirea suportului, confecţionarea prelatelor, montarea prelatelor şi fixarea acestora pe contur, lestarea hidroizolaţiei (Cr. Klepş şi Doina Staicu, 1986).

Chituri elastoplastice. Determinările de pierderi de apă efectuate pe diferite tronsoane de canale căptuşite cu dale din beton, observaţiile din teren, precum şi măsurătorile de infiltraţie prin corpul dalelor, au relevat faptul că cca 90% din totalul pierderilor prin exfiltraţie se produc pe la rosturile deteriorate ale dalelor. Atât mortarul de ciment cât şi masticurile bituminoase utilizate în mod curent la rosturile căptuşelilor s-au dovedit necorespunzătoare sub aspectul comportării lor în timp, apărând fenomene de fisurare sau de desprindere de pereţii dalelor, la mai puţin de un an de la intrarea în funcţiune a canalelor respective. Aceste deficienţe se datoresc în primul rând unei aderenţe iniţial slabe a materialelor de rostuire şi în al doilea rând, condiţiilor de pe parcursul exploatării, printre care fenomenului de îngheţ-dezgheţ (factor natural) sau modului de întreţinere (antropic).

Ţinându-se cont de aspectele sus-amintite, s-au experimentat noi materiale de etanşare a rosturilor, cu caracteristici superioare, care să poată fi aplicate atât în faza de construcţie a canalelor, cât şi ca materiale de remediere pentru canalele de irigaţie în exploatare. Principalele cerinţe impuse acestor materiale au fost: aderenţă la beton, etanşeitate la apă, un grad de elasticitate mulţumitor, o bună lucrabilitate şi comportare în timp. Produsele româneşti care răspund acestor cerinţe fac parte din categoria chiturilor elastoplastice şi pot fi pe bază de bitum-cauciuc, răşini poliesterice sau polisulfurice (Cr. Klepş, 1978).

Din categoria chiturilor pe bază de bitum-cauciuc au fost încercate următoarele produse: elastochitul, realizat în cadrul Întreprinderii de industrie locală din Hunedoara; chitul fibrobituminos, fabricat de către Întreprin-

derea „Chimica" Mărăşeşti şi elastochitul, realizat de către ICH Bucureşti, în colaborare cu Institutul de chimie macromoleculară „Petru Poni" din Iaşi, omologat sub denumirea de Meroplast (Asrobit).

Dintre chiturile poliesterice au fost încercate produsele de tip Romtix în diferite variante. Chitul polisulfuric experimentat a fost omologat sub denumirea de Tiocol şi este o realizare a Institutului de profil pentru chimie în colaborare cu CCPALV Bucureşti, luat în fabricaţie la CIPA Râmnicu-Vâlcea.

Un produs care a fost de asemenea experimentat în acest scop, este masticul de etanşare din resursele polimerice secundare tip MP 1 – cordon profilat.

Determinările de laborator privind caracteristicile fizico-chimice ale acestor produse, precum şi comportarea în condiţii de îmbătrânire artificială, s-au făcut prin INCERC Bucureşti. Încercările de teren s-au efectuat în poligoane experimentale construite în sistemele de irigaţii Terasa Viziru, Babadag, Gălăţui-Călăraşi şi pe canalele acestor sisteme, în cadrul programului din ICITID privind „Exploatarea amenajărilor de irigaţii" la care anterior s-a făcut referire.

Pe baza rezultatelor cercetărilor şi experimentărilor, precum şi a calculelor economice efectuate, s-a propus generalizarea următoarelor chituri omologate la etanşarea rosturilor căptuşelilor de impermeabilizare a canalelor de irigaţii, inclusiv pentru remedierea rosturilor degradate: Arsobit, Romtix şi Tiocol.

Tehnologia de punere în operă a acestora include atât operaţii comune, cât şi operaţii specifice fiecărui produs.

a) Operaţii comune:

- se curăţă rosturile deteriorate de resturile de mortar de ciment, noroi sau alte depuneri cu ajutorul unor perii de sârmă acţionate manual sau pneumatic;
- se îndepărtează materialul pulverulent rămas în rost cu jet de aer comprimat;
- se realizează reumplerea parţială a rostului (burarea) cu mortar de ciment, pietriş fin sau alt material de umplutură pentru canale şi pentru jgheaburi;
- se aplică soluţia de amorsare, specifică elastochitului utilizat fie manual prin ungere cu pensule, fie mecanizat prin pulverizare cu o pompă de stropit.

b) Operaţii specifice elastochiturilor de tip Asrobit sau Romtix.

După uscarea amorsei se începe aplicarea elastochitului în spaţiul din rost rămas liber, care se poate efectua manual, cu şpaclu sau mecanizat,

cu ajutorul unui utilaj de extrudere, prevăzut cu o pompă hidraulică sau cu aer comprimat şi cu furtunuri de cauciuc şi duze de extrudere.

Fiecare categorie din aceste produse prezintă unele particularităţi, prevăzute în instrucţiunile de aplicare de la furnizor. Întrucât problema este în evoluţie, nu intrăm în detaliu. Se rezolvă de la caz la caz în funcţie de stadiul la care s-a ajuns.

Soluţii de prevenire a degradării căptuşelilor la canalele cu subpresiune hidrostatică

În cazul canalelor de irigaţie căptuşite, care traversează zone în care nivelul apei subterane este superior cotei fundului canalului, este pusă în pericol stabilitatea căptuşelilor în momentul când nivelul apei din canal scade sub nivelul apei subterane. Pentru evitarea acestor procese care se amplifică în timp, trebuie menţinută atât *stabilitatea la alunecare*, prin asigurarea unei frecări, care să nu scadă sub valoarea componentei paralele cu taluzul a greutăţii elementului de impermeabilizare, cât şi *stabilitatea la plutire*, prin asigurarea unei valori superioare a componentei normale pe taluz a greutăţii căptuşelii faţă de forţa de împingere a apei. Respectarea acestor condiţii se poate asigura fie prin supradimensionarea structurilor de impermeabilizare (decizie cu importante implicaţii economice), fie prin descărcarea subpresiunilor prin utilizarea unor sisteme, care să împiedice dezvoltarea acestora peste limitele admise. În cazul îmbrăcămin̦ilor din beton de ciment se poate aprecia ca limită de stabilitate valoarea de 0,5-0,6 m col. H_2O.

Prin realizarea unor sisteme de descărcare a subpresiunilor sub căptuşeala care exploatează diferenţele de potenţial teren-canal, se asigură declanşarea relativ rapidă a circulaţiei apei sub îmbrăcăminte, fapt care favorizează micşorarea valorii subpresiunilor.

Una din cele mai eficiente metode constă dintr-o combinaţie între drenaj şi desecare cu descărcători unidirecţionali plantaţi pe fundul sau taluzul canalelor la distanţe de ordinul zecilor de metri, în funcţie de capacitatea de drenaj a elementelor de colectare a apelor din teren. Un astfel de sistem poate fi utilizat în orice situaţie, indiferent de valoarea iniţială a subpresiunilor şi de frecvenţa acestora, excluzându-se în acest fel orice pericol de pierdere a stabilităţii impermeabilizării, bineînţeles pe baza unei dimensionări adecvate (Cr. Klepş şi colab., 1989).

În ţara noastră, pe unele canale de irigaţie din sistemele Terasa Brăilei şi Terasa – Viziru, unde s-au constatat deteriorări ale pereelor ca urmare a ridicării nivelului freatic în zona canalelor respective, s-au propus unele soluţii de remediere diferenţiate, comportarea acestora urmând să fie urmărită în timp. Astfel, în situaţia canalelor cu pereul degradat pe întreaga secţiune

transversală şi când canalul interceptează nivelul freatic, situaţie considerată ca fiind cea mai critică, s-a adoptat următoarea tehnologie de lucru:

- executarea epuismentului pe tronsoane;
- scoaterea dalelor, refacerea secţiunii transversale, inclusiv mărirea pantei taluzurilor;
- executarea la baza taluzurilor a câte unui şănţuleţ pentru pozarea longitudinală a două drenuri colectoare din tub riflat din PVC de Ø = 50 mm;
- pozarea drenurilor şi montarea pe fiecare din ele, prin intermediul unor mufe de îmbinare a descărcătorilor de subpresiune, din 25 in 25 m;
- aplicarea unui strat de balast sau zgură de furnal atât peste drenurile colectoare, cât şi într-un strat uniform de cca 5 cm grosime pe întreg fundul canalului şi pe cele două taluzuri;
- pozarea de dale mari (300 x 125 cm) pe întreaga secţiune a canalului;
- etanşarea căptuşelii prin rostuirea dalelor cu mortar de ciment pe 2/3 din grosimea acestora şi cu Asrobit pe treimea superioară;
- fixarea şi etanşarea cu mortar de ciment şi Asrobit a descărcătorilor de subpresiune.

O altă variantă comparativă a constat în adoptarea unei soluţii de căptuşire perfect etanşe, cu folie din PVC de 0,8 mm, lestată cu dale. Cu excepţia faptului că dalele nu s-au mai rostuit, restul operaţiunilor au rămas identice. O atenţie deosebită s-a acordat etanşării zonelor de străpungere a foliei de către clapeţii de descărcare a subpresiunilor.

În unele secţiuni transversale deformate, la refacerea secţiunii s-a executat consolidarea bazei taluzurilor cu piatră spartă.

În situaţia canalelor care nu interceptau permanent nivelul freatic, având deteriorate numai căptuşelile de pe taluzuri, tehnologia de lucru a cuprins următoarele operaţiuni:

- scoaterea dalelor prăbuşite de pe taluzuri şi refacerea secţiunii, inclusiv mărirea pantei acestora;
- executarea a două şănţuleţe în prima treime a taluzurilor în vederea pozării drenurilor din tub riflat;
- pozarea celor două drenuri colectoare şi fixarea din 50 în 50 m a descărcătorilor de subpresiune;
- umplerea şănţuleţelor cu balast sau zgură de furnal şi aplicarea unui strat uniform de cca 5 cm din acelaşi material pe întreaga suprafaţă a celor 2 taluzuri;
- pozarea de dale mici (50 x 40 x 6) în partea superioară a taluzurilor şi de dale mari (300 x 125 cm) pe prima treime a acestora până la nivelul de gardă.

8.1.2. Dispozitive pentru îmbunătățirea distribuției apei

Regulatorul hidraulic de niveluri (RHN) tip IEELIF Tulcea

Tipul de regulator hidraulic (C. Profir, 1982) se caracterizează printr-o gamă largă de posibilități de reglare a nivelului. Cu mici modificări, regulatorul poate fi folosit ca vană cu nivel aval constant, ca vană cu nivel amonte constant, sau ca vană cu nivel aval constant cu restricții din amonte (vana mixtă). Sub această ultimă formă au fost realizate și experimentate în condiții de exploatare curentă 4 dispozitive în sistemul de irigații Mahmudia, din județul Tulcea. Încercările pe modele la o scară redusă au fost efectuate în cadrul IP Iași și IP Timișoara.

Principalele părți componente, precum și schema de funcționare a regulatorului ca vană de nivel aval constant cu restricții din amonte sunt prezentate în figura 8.1. Flotorul (1) este solidar legat de tija (3) și urmărește variația nivelului aval. Flotorul (2) culisează liber pe tija (6) între limitatoarele (12`) și (12``). Tijele (3) și (4) verticale sunt articulate cu brațul (5), care este legat prin articulația (6) de un punct fix.

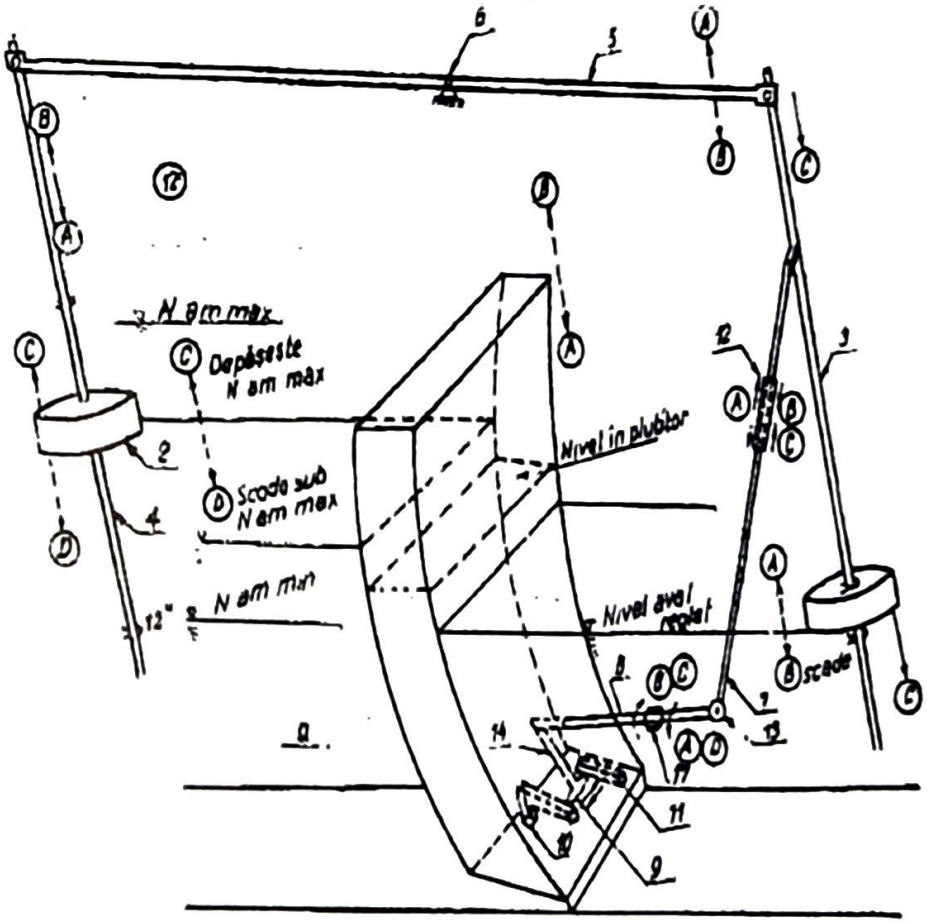


Fig. 8.1. Schema regulatorului hidraulic de niveluri

Braţul (7) este articulat cu tija (3) şi cu tija (8), articulaţia (1) permiţând transformarea mişcării liniare a tijei (3) în mişcare de rotaţie a tijei (8). Aceasta prin rotire comandă dopul dublu (9), care acţionează asupra orificiilor (10) şi (11). Orificiul (10) asigură comunicarea plutitorului obturator cu bieful amonte, iar orificiul (11) cu bieful aval.

Cu acest echipament de comandă, regulatorul hidraulic cu niveluri realizează menţinerea nivelului constant în aval când nivelul amonte este între limitele prestabilite prin limitatoarele de maximum (12`) şi de minimum (12``).

Se asigură totodată deschiderea obturatorului pentru niveluri amonte superioare celor prestabilite, indiferent de mărimea nivelului aval. Flotorul din amonte, prin mărime şi raportul braţului (5) faţă de articulaţiile (6) poate asigura încercarea flotorului aval, iar prin greutatea proprie poate ridica flotorul aval. În continuare se prezintă modul în care se pot realiza aceste reglări.

a) Menţinerea nivelului aval constant. Faptul că variaţia nivelului aval, în intervalul toleranţei este folosită ca mărime de comandă (la majoritatea regulatoarelor de nivel hidraulice sau electrice), implică cvasiconstanţa nivelului aval. Calitatea unui regulator de nivel este apreciată şi după toleranţa nivelului constant menţinut.

Dacă nivelul din amonte este normal, situat între limitele prestabilite, o creştere a nivelului aval produce ridicarea flotorului (1) împreună cu tija (3) şi braţul (7) produce răsucirea tijei (8), închizând orificiul (10). Din bieful amonte intră apa în plutitorul (13), ansamblul regulatorului primind un moment suplimentar de închidere faţă de axa de rotaţie. Umplerea are loc până când nivelul aval revine la cel normal, în acest moment stabilindu-se un echilibru dinamic al nivelului amonte-aval şi ansamblul regulatorului.

Când nivelul din aval scade sub cel reglat, mişcările plutitorului (1), ale tijei (3), braţul (7), tijei (8) sunt invers celor anterior descrise. Plutitorul se goleşte, astfel regulatorul primind un moment de deschidere până ce nivelul din aval revine la cel normal, când nivelul din bieful aval , amonte şi regulatorul obţin echilibrul dinamic.

b) Limitarea creşterii nivelului amonte peste valoarea stabilită. În anumite condiţii tehnice, nivelul amonte trebuie să fie cuprins între două limite: maximă şi minimă. Nivelul maxim în bieful amonte poate fi definit din condiţia de protecţie a canalului la eventualele deversări sau alte avarii.

Regulatorul hidraulic de niveluri menţine constant nivelul din bieful aval, iar în anumite condiţii nivelul din amonte poate avea o creştere de aşa natură încât să depăşească coronamentul canalului.

Protecţia canalului poate fi realizată, dacă la atingerea unui nivel maxim admis, regulatorul se deschide, lăsând să treacă în aval.

Acest deziderat este realizat cu ajutorul flotorului amonte (2), care prin intermediul tijei (4) şi braţului (5) imprimă o mişcare de coborâre a tijei (3) şi braţului (7), respectiv o rotire a tijei (8) care închide orificiul (11). Plutitorul obturatorului se goleşte şi uşurându-se se imprimă un moment de deschidere a regulatorului, până când nivelul din amonte coboară sub valoarea maximă stabilită.

Acţionarea sistemului cinematic de comandă se realizează cu ajutorul limitatorului de maximum (12`), care blochează flotorul amonte (2) pe tija (4), atât timp cât nivelul amonte este deasupra celui prescris.

c) Limitarea scăderii nivelului biefului amonte sub valoarea stabilită. În anumite condiţii tehnice este obligatorie menţinerea unui nivel minim în bieful din amonte, indiferent de valoarea biefului aval. Această situaţie se poate realiza cu ajutorul regulatorului hidraulic de nivele fixând limitatorul (12``) la poziţia dorită.

Dacă nivelul din amonte coboară sub valoarea stabilită, flotorul (2) urmând variaţia nivelului, se sprijină pe limitatorul (12``). Datorită greutăţii proprii a flotorului (2), acesta împreună cu tija (4) coboară şi ridică tija (3) şi braţul (7) prin intermediul braţului (5). Astfel, tija (8) se roteşte deschizând orificiul (10) şi închizând orificiul (11), plutitorul obturatorului se lestează cu apă şi regulatorul se închide. Această soluţie se menţine atâta timp cât nivelul amonte este sub limita inferioară.

Satisfacerea consumului în mod echitabil pe biefuri necesită ca la restricţii de funcţionare pe fiecare bief să se menţină o anumită cantitate de apă, indiferent de cerinţa biefurilor aval. Acest volum de apă se poate menţine dacă se folosesc la automatizare, în locul regulatoarelor hidraulice cu nivel aval constant clasice, regulatoare cu nivel constant cu restricţii în amonte. Totodată, în cazul consumului minim în aval şi avarie în amonte pe un anumit bief, nivelul poate creşte peste valorile admise, fapt care poate conduce la deversarea canalului. În cazul vanelor hidraulice cu nivel aval constant, protejarea nivelului amonte de revărsare se realizează prin deversoare laterale sau sifoane de siguranţă.

Folosirea noului regulator hidraulic cu nivel aval constant şi restricţii în amonte poate elimina orice construcţii de protecţie (deversor lateral, sifon

cu canal by-pass) prin restricţia de nivel maxim în amonte, nivel în care regulatorul se deschide indiferent de mărimea nivelului aval, lăsând să treacă debitul pentru care se stabileşte nivelul amonte în limite normale.

În ţara noastră, în sezonul de irigat există anumite perioade când nu este necesară menţinerea nivelului maxim în biefuri. În aceste cazuri, pentru reducerea pierderilor de apă prin exfiltraţii şi evaporaţie, ar fi judicioasă reglarea nivelurilor la valori mai mici decât cele folosite în exploatare anterior apariţiei acestui nou tip de vană regulator. Acest lucru se poate realiza uşor prin reglarea flotoarelor de comandă aval la nivelul dorit. Regulatorul hidraulic de niveluri nou conceput permite deci menţinerea constantă a diferitelor niveluri aval impuse, faţă de vanele hidraulice cu nivel aval constant tip T şi D ce realizează doar urmărirea nivelului apei la nivelul axului de rotaţie în ecartul toleranţei. În avantajele anterior menţionate, regulatorul de nivele (RHN) tip IEELIF Tulcea mai prezintă şi altele cum ar fi: consumul de metal mai redus (cu cca 35%), mai multă flexibilitate în folosirea apei de irigaţie în general, în amenajările de irigaţii. Aceasta comparativ cu unele vane de tip AVIO şi AVIS, folosite anterior în amenajările de irigaţii.

În situaţia în care este necesară funcţionarea regulatorului hidraulic numai ca vană de nivel aval constant, se elimină flotorul de comandă amonte şi tija. În această situaţie, regulatorul îndeplineşte rolul unei vane AVIS şi AVIO, cu specificaţia că nivelul aval reglat poate fi modificat după dorinţă, prin mişcarea flotorului pe tijă.

Pentru satisfacerea condiţiei de reglare a nivelului amonte constant se rigidizează flotorul de comandă amonte pe tijă şi se elimină flotorul de comandă aval. Regulatorul echipat în acest sistem de comandă îndeplineşte rolul vanelor hidraulice cu nivel amonte constant de tip AMIL, însă cu posibilităţi mai largi de reglaje, prin fixarea flotorului la poziţiile dorite.

Ca urmare a rezultatelor bune obţinute, atât în condiţii de stand experimental cât şi de exploatare curentă, noul regulator tip IEELIF Tulcea a fost omologat şi introdus în producţia de serie.

Stăvilarul flexibil autoreglabil tip IEELIF Arad

Dintre principalele domenii de aplicabilitate a acestor tipuri de construcţii flexibile se menţionează: echiparea biefurilor canalelor de irigaţii în vederea menţinerii nivelului amonte constant şi retenţia apei în perioadele de restricţii energetice; realizarea unor praguri pentru asigurarea nivelurilor de aspiraţie a staţiilor de pompare la cote mai reduse ale apei din canale şi

reţinerea apei pe canalele de desecare în scopul creării unor rezerve de apă pentru irigaţii.

Stăvilarul flexibil autoreglabil tip IEELIF Arad are o construcţie extrem de simplă. Materialele utilizate cu bune rezultate la confecţionarea celor două tipuri au fost:

- folie din PVC de 2 mm grosime cu inserţie din fibre de sticlă (jupă marină), folosindu-se ca adeziv la îmbinări, un produs pe bază de elastomeri poliuretanici (Aderosin);
- placa tehnică din cauciuc de 3 mm grosime cu inserţie textilă.

În continuare se prezintă principalele operaţiuni efectuate în vederea realizării, în colaborare cu ICITID, a celor două stăvilare montate pe canalul Matca din sistemul Sântana şi respectiv pe canalul de aducţiune din sistemul Şag- Fântânele-Arad, un exemplu şi pentru alţi doritori de a realiza un asemenea dispozitiv în scopurile menţionate.

Ambele canale nefiind căptuşite s-a turnat mai întâi câte un radier de beton pe o lungime de cca 8 m. În amonte de acestea s-au prevăzut palplanşe pentru micşorarea infiltraţiilor. Funcţie de reţinerea de apă necesară I, s-a ales dimensiunea foliei astfel ca I = D, unde D este diametrul stăvilarului flexibil.

S-a încastrat în beton cu profil de oţel cornier pe perimetrul canalului până la înălţimea D, continuându-se pe orizontală în aval pe lungimea $\pi D/2$.

Realizarea prelatei de formă dreptunghiulară din folie s-a croit în lungul canalului cu dimensiunea de $\pi D + 1$ m, iar perpendicular pe canal în lungime egală cu perimetrul canalului pe înălţimea de apă reţinută, la care se adaugă 2 m (P + 2 m).

Folia astfel croită (suprapusă pe cca 5 cm şi lipită cu fâşiile longitudinal pe axa canalului) se prinde în şuruburile sudate de cornier.

Pe lângă perimetrul canalului, de-a lungul şuruburilor de prindere se introduce şi un profil de fier beton cu $\varnothing \approx 18$ mm, acesta având rolul de a prelua uniform distribuit eforturile de întindere din folie la şuruburi. Distanţa dintre şuruburi se recomandă de 10 cm, iar prinderea în beton a cornierei să se facă cu 10 cm deasupra radierului de beton, pentru a se realiza o bună curbură a foliei în jurul barei metalice. Se recomandă, de asemenea, prelucrarea rotunjită a umerilor cornierei şi platbandei ce se montează peste şuruburi şi marginile răsfrânte ale foliei, pentru ca aceasta la umplere să ia o formă uşor curbată şi să nu realizeze suprafeţe cutate.

Pentru protejarea stăvilarului flexibil de corpuri plutitoare, precum şi de acţiunea agenţilor atmosferici, s-a prevăzut un sorţ din cauciuc simplu

de cca 5 cm grosime, croit corespunzător formei ce o ia stăvilarul umplut cu apă.

Vasul de expansiune cu un volum de cca 10% din volumul apei din interiorul stăvilarului s-a amplasat pe taluzul canalului la o înălțime h_o= 1 m, reieşită din determinările efectuate. Legătura dintre vasul de expansiune şi stăvilar s-a realizat printr-un furtun flexibil de cca 25 mm grosime (Brevet OSIM 91040/1986).

Parametrii hidraulici de funcționare

Autoreglarea stăvilarului se referă la reținerea în amonte a unui nivel de apă H, în condițiile asigurării unei lame deversante ΔH de natură să satisfacă debitul Q necesar în aval, avându-se în vedere următoarele etape:

- Se stabileşte cota H a nivelului amonte din canal dorită a fi menținută constant, care se realizează prin umplerea rezervorului de expansiune, cu apă până la cota h_o, față de nivelul apei din amonte, utilizând o cisternă cu apă.

- La creşterea debitului de apă afluent din amonte, creşte sarcina de deversare ΔH peste corpul stăvilarului, ceea ce determină o presiune mărită asupra acestuia, producând refularea unei anumite cantități de apă din interiorul corpului stăvilarului în vasul de expansiune. Stăvilarul îşi micşorează astfel înălțimea I, permițând descărcarea unui debit sporit şi menținerea în amonte a unui nivel de apă constant prin autoreglare.

- La scăderea debitului de apă afluent din amonte scade sarcina ΔH ce deversează peste corpul stăvilarului, ceea ce determină o presiune mai mică pe suprafața acestuia şi accesul apei din rezervorul de expansiune în stăvilar, ridicându-se în acest fel cota I, respectiv adâncimea apei H, ceea ce autoreglează de asemenea nivelul amonte constant.

Pentru fiecare stăvilar flexibil este obligatoriu să se cunoască cota de apă H necesară a fi menținută constantă în amonte, distanța între stăvilare, respectiv imaginea biefurilor rezultată din condițiile existente de pantă a canalului şi bineînțeles corelațiile între parametrii Q, H, I, ΔH, h_o şi h necesari în exploatare.

Pe baza măsurătorilor efectuate atât pe modelul experimental realizat la poligonul de îmbunătățiri funciare al IP Timişoara, cât şi a celor efectuate în teren de către ICITID la cele două stăvilare realizate în cadrul IEELIF Arad, s-au calculat şi verificat experimental curbele de corelație necesare, constatându-se totodată o bună funcționare hidraulică a acestora (A.Wehry, E. Man, Cr. Klepş).

Prototipul de stăvilar flexibil autoreglabil, realizat de IEELIF Arad, a fost omologat în anul 1986.

8.1.3. Metode şi dispozitive pentru măsurarea debitelor

Prin dotarea sistemelor de irigaţie cu aparatură corespunzătoare de măsură şi control, debitmetria prezintă importanţă atât pentru organele de exploatare cât şi pentru unităţile beneficiare ale amenajărilor, ca de exemplu:

- cunoaşterea volumelor de apă prelevate din sursă;
- urmărirea distribuţiei debitelor şi volumelor de apă la diverşi beneficiari;
- urmărirea realizării programului de udare de către unităţile beneficiare;
- decontarea corectă la beneficiari a sumelor ce provin din apa pompată.

Construcţiile hidrotehnice din sistemele de irigaţie (podeţe, stăvilare, vane automate etc.), pe lângă funcţia pe care o îndeplinesc ca elemente componente ale amenajării, pot servi şi la măsurarea debitelor de apă. Cu unele adaptări şi mici completări, acestea pot fi utilizate şi în acest scop. În asemenea cazuri avem de-a face cu aşa-zisele mijloace improvizate de măsurarea apei, foarte practice, economice şi eficiente, utilizate pe scară largă şi pe plan mondial, în sistemele de irigaţii. Alegerea tipului de construcţie, care urmează a se utiliza şi în acest scop, se face pe considerente de ordin tehnic şi economic.

Gestiunea apei într-un sistem de irigaţii nu este posibilă practic, fără a se cunoaşte exact şi în orice moment debitele care trec prin principalele secţiuni de control. În acest scop este necesar ca pentru fiecare construcţie în parte să se stabilească:

- regimul de exploatare al construcţiei (variaţia nivelurilor amonte, variaţia nivelurilor aval, manevrele posibile ale părţilor mobile ale construcţiei, gama de debite consumate în aval);
- coeficienţii de debit, ţinând seama de regimul de exploatare;
- relaţiile de calcul ale debitului tranzitat;
- posibilitatea unei reprezentări grafice care să faciliteze determinarea debitului, cât şi modificarea regimului de funcţionare al construcţiei, astfel încât să evacueze un debit dat (N. Dăscălescu, 1979).

Cele mai numeroase construcţii hidrotehnice pe reţelele de canale deschise sunt *stăvilarele*. Acestea pot funcţiona atât înecate cât şi neînecate. De regulă, în reţelele sistemelor de irigaţie, stăvilarele care nu sunt urmate de căderi în aval funcţionează înecat.

Debitul care trece printr-un stăvilar cu funcţionare înecată se poate determina cu relaţia:

$$Q = \mu b a \sqrt{2g(H_0 - h)} \qquad (m^3/s)$$

Pentru situaţia funcţionării neînecate, se aplică relaţia:

$$Q = \mu b a \sqrt{2g(H_0 - \varepsilon' a)}$$

în care:

μ este coeficientul de debit al stăvilarului, care se determină experimental (adimensional);

b – lăţimea stăvilarului (m);

a – deschiderea stavilei faţă de radier (m);

g – acceleraţia gravitaţională (m/s^2);

$$H_0 = H = \frac{\alpha V_0^2}{2g} \quad \text{(m)};$$

H – înălţimea apei amonte de stăvilar (m);

α – coeficientul de corecţie (α= 1,10);

V_o – viteza de acces (viteza medie într-o secţiune din bieful amonte suficient de îndepărtată de construcţie);

h –înălţimea apei în aval de stăvilar;

ε' – coeficientul de contracţie pe verticală a vanei de lichid.

În tabelul 8.4 se redau valorile coeficientului (ε') stabilit teoretic în funcţie de raportul a/H, precum şi valorile medii ale coeficientului de debit (μ) pentru stăvilare neînecate, stabilite experimental.

Tabelul 8.4

Valoarea coeficienţilor ε şi μ pentru stăvilare neînecate

a/H	ε'	μ	a/H	ε'	μ	a/H	ε'	μ
0.00	0.6110	0.6110	0.25	0.6220	0.6137	0.50	0.6445	0.6205
0.05	0.6128	0.6111	0.30	0.6251	0.6143	0.55	0.6520	0.6229
0.10	0.6149	0.6113	0.35	0.6288	0.6155	0.60	0.6610	0.6250
0.15	0.6170	0.6120	0.40	0.6333	0.6100	0.65	0.6725	0.6275
0.20	0.6193	0.6130	0.45	0.6385	0.6185			

În cazul utilizării *podeţelor ca mijloace de măsurare a debitelor* de apă, se pot întâlni următoarele situaţii: scurgerea cu secţiune de intrare înecată sau neînecată şi scurgerea cu nivel liber sau sub presiune în interiorul podeţului. În toate cazurile, debitul care trece printr-un podeţ se poate determina cu relaţia:

$$Q = \mu A \sqrt{2g \times \Delta h}$$

în care:

μ este coeficientul de debit care diferă de la o construcţie la alta şi se determină experimental (adimensional);

A – secțiunea de curgere sub stavilă sau secțiunea podețului când aceasta nu este prevăzut cu stavilă în amonte (m^2);

Δh – diferența de nivel a apei amonte-aval (h=H, pentru podețe înecate), în m;

g – accelerația gravitațională (m/s^2).

Stăvilarele de tip AVIO permit descărcarea debitelor la sarcini relativ mari, în condițiile menținerii nivelului aval constant.

Având în vedere că funcționarea acestui tip de stavilă este înecată, debitul se calculează cu relația:

$$Q = \mu b K (h_{max} - h) \sqrt{2g(H-h)}$$

în care:

μ este coeficientul de debit al stavilei (adimensional);

b – lățimea deschiderii orificiului dreptunghiular de acces al apei la stavilă (m);

K – coeficientul de gabarit al stavilei (adimensional);

$$K = \frac{av}{h_{max} - h};$$

av – deschiderea stavilei (m);

h_{max} – nivelul maxim realizat în aval (m);

h – nivelul curent în aval la un moment dat (m);

H – sarcina amonte de stavilă măsurată față de cota cea mai de jos a secțiunii de curgere (m).

Stavilele de tip AVIS au rolul de a menține nivelul aval constant, pentru variații mici ale sarcinii amonte. Debitul se poate calcula cu relația:

$$Q = \mu K (b_0 + 2mh) \times (H_{max} - h) \sqrt{2g(H-h)}$$

în care:

b_0 este lățimea la fundul canalului în secțiunea stavilei (m);

m – taluzul secțiunii de amplasare a stavilei;

K – coeficientul de gabarit al stavilei (adimensional);

$$K = \frac{av}{h_{max} - h_{min}}$$

O altă metodă de măsurare a debitelor de apă este *metoda explorării câmpului de viteze*. Această metodă se bazează pe determinarea distribuției vitezelor sau a vitezei medii într-o secțiune a curentului de apă. Mijloacele de măsurare aferente acestei metode sunt: flotoarele, sondele, moriștile hidrometrice. Flotoarele se utilizează numai pentru determinarea

vitezei la suprafaţa apei, din care se poate deduce ulterior viteza maximă şi medie a apei.

Cu sondele şi moriştile hidrometrice se pot stabili vitezele apei în orice punct din secţiune, ceea ce permite o estimare a vitezei medii şi maxime cu o precizie mult mai mare.

În cadrul metodei explorării câmpului de viteze, debitele se stabilesc prin înmulţirea secţiunii de apă cu viteza medie obţinută în urma măsurătorilor. Efectuându-se determinări de debite pentru o serie de niveluri de apă înregistrate frecvent în procesul de exploatare al unui canal, se poate întocmi cheia limnimetrică, care reprezintă legătura grafică sau analitică dintre diferitele niveluri şi debite într-o anumită secţiune.

Cheile limnimetrice se pot folosi în secţiunile de intrare a canalelor, care sunt urmate în aval de căderi sau nu sunt influenţate de variaţia de debit din aval. În secţiunile în care îndeplinesc condiţiile enunţate anterior, utilizarea cheilor limnimetrice prezintă avantajul faţă de stăvilare, prin aceea că citirile de nivel se efectuează la o singură mină.

Ca şi în cazul stăvilarelor, este necesar să se stabilească o frecvenţă de înregistrare în timp a nivelurilor de către observatori, sau să se instaleze aparate înregistratoare de nivel în secţiunile etalonate (cum ar fi limnigrafele, spre exemplu).

În prezent, utilizarea construcţiilor hidrotehnice şi a secţiunilor etalonate pentru măsurarea debitelor de apă de pe reţelele de canale deschise reprezintă soluţia cea mai economică în procesul de gestiune a apei (N. Grumeza şi Cr. Klepş, 1985).

Sisteme de telemetrie şi dispecerizare. Pentru sistemele de irigaţie şi desecări problema transmiterii la distanţă a informaţiilor hidrometrice prezintă o importanţă deosebită, ca urmare a necesităţii cunoaşterii cu operativitate a nivelurilor în bazinele de aspiraţie şi refulare a staţiilor de pompare, în diverse noduri hidrotehnice sau în secţiuni etalonate pentru scopuri debitmetrice.

În funcţie de tipul şi complexitatea sistemelor telemetrice, transmisia nivelurilor se poate realiza prin fir telefonic, cablu sau semnal radio etc.

În funcţie de distanţe şi necesităţi, dispecerizarea informaţiilor se poate realiza la nivelul sectorului de irigaţii (sau desecări), sistemului sau unităţii de exploatare judeţene.

În ţara noastră sunt o serie de realizări privind instalaţiile telemetrice, utilizate de altfel şi pentru alte folosinţe (gospodărirea apelor în general, hidroenergie etc.). Acestea pot fi utilizate ca atare sau cu unele adaptări şi în amenajările de irigaţii inclusiv cele de desecări etc.

8.2. TEHNOLOGII ŞI DISPOZITIVE PRIVIND REŢELELE DE CONDUCTE SUB PRESIUNE

8.2.1. Utilizarea răşinilor epoxidice şi a pieselor de îmbinare la remedierea operativă a defecţiunilor din conductele pentru irigaţii

Defecţiunile principale care apar pe reţeaua de conducte îngropate şi care produc cele mai mari greutăţi în timpul exploatării sunt: *deteriorarea îmbinării dintre tuburi (demufările) şi deteriorările* care apar în corpul conductelor.

Pentru evitarea pierderilor de apă şi dereglarea procesului de udare, este necesar ca fisurile să fie depistate şi remediate în cel mai scurt timp de la producerea lor.

Remedierea defecţiunilor la reţeaua de conducte îngropate comportă în general efectuarea următoarelor operaţii:

- izolarea tronsonului avariat prin închiderea vanelor de alimentare şi prin introducerea în conductă (prin hidrant) a unor camere de cauciuc de formă sferică şi dimensiuni corespunzătoare care, la introducerea aerului sub presiune, printr-o valvă de cauciuc, obturează conducta în punctul respectiv, permiţând funcţionarea în continuare a conductei, precum şi limitarea scurgerii apei spre locul avariei;
- deschiderea vanei de golire şi evacuarea apei prin pompare din conducta din zona de lucru;
- deconectarea tronsonului defect, prin executarea săpăturii mecanice până în apropierea conductei şi apoi manual până la dezgolirea completă a conductei şi executarea gropii de mufă;
- remedierea defecţiunilor;
- efectuarea probei cu apă;
- acoperirea conductei, întâi manual şi apoi mecanic.

Refacerea îmbinărilor deteriorate. Pierderile de apă ce au loc la punctele de îmbinare a tuburilor de pe reţeaua de conducte Premo şi Azbo se datoresc în majoritatea cazurilor montării greşite a garniturilor la execuţia reţelei sau scoaterii (suflării) acesteia din mufa (parţial sau total) în timpul exploatării. Pentru remedierea defecţiunilor de îmbinare se folosesc procedee diferenţiate, în funcţie de tipul conductei.

La conductele Premo, remedierile defecţiunilor de îmbinare se execută prin presarea garniturii existente cu o altă garnitură (inel) de cauciuc,

având aceleaşi dimensiuni şi caracteristici tehnice ca cea folosită la îmbinarea iniţială. Pentru a fi introdusă pe tub, garnitura se taie înclinat pe o lungime de 5-10 cm. După introducerea pe tub, capetele garniturii se suprapun, se lipesc la rece cu un adeziv sintetic şi se matisează pe zona de îmbinare. Presarea garniturii în mufă se face cu ajutorul unui dispozitiv de strângere, alcătuit din două flanşe de remediere din oţel şi cu prezoane distanţate cu filet şi piuliţe. Flanşele de remediere sunt alcătuite din câte două jumătăţi, pentru a putea fi introduse mai uşor în tub (prin partea superioară şi inferioare a acestuia), fără demontarea tubului. Pe una din feţe, rama interioară a flanşei are muchia teşită sub un unghi de 30°, asigurându-se astfel un locaş pentru prindere şi o mai bună strângere a garniturii la mufă, precum şi evitarea deteriorării tubului de strângere a flanşelor. După fixarea pe tub, cele două jumătăţi de flanşe se îmbină prin sudură.

O altă metodă constă în îmbinarea celor două jumătăţi de flanşe prin înşurubare cu ajutorul unor prezoane introduse prin urechiuşe sau plăcuţe prevăzute cu orificii. După îmbinarea celor două jumătăţi de flanşe se procedează la strângerea şi presarea garniturii la mufă, prin strângerea piuliţelor de la prezoanele distanţiere a celor două flanşe. Această metodă de remediere prezintă avantajul că se poate realiza într-un timp scurt, de 2-4 ore. Ca urmare, se recomandă în special în cazurile care reclamă punerea rapidă în funcţiune a conductei.

Din punct de vedere al eficacităţii etanşării, procedeul nu este total asigurator constituind un provizorat, întrucât garnitura nu poate fi repusă în poziţie optimă, iar în multe cazuri nici nu poate fi introdusă complet în mufă.

Acest neajuns poate fi corectat prin etanşare, înainte de strângerea garniturilor, a spaţiului dintre mufă şi cep cu chit elastoplastic, frânghie gudronată cu grosimea de 2-6 mm sau alte materiale de etanşare mai recent apărute care se introduc forţat în mufă prin stemuire.

Materialul de etanşare se îndeasă în mufă prin apăsare energetică sau batere uşoară cu ciocanul, până când se umple 2/3 din adâncimea mufei. Restul de 1/3 din adâncimea mufei rămâne liberă pentru introducerea garniturii de cauciuc.

În acest sistem complet de îmbinare, chitul sau frânghia gudronată asigură etanşeitatea îmbinărilor, iar garnitura de cauciuc are rolul să menţină materialul îndesat în mufă şi să asigure o etanşare suplimentară.

În cazul conductelor de azbociment, remedierea îmbinărilor dintre tuburi se face prin presarea garniturii de cauciuc existente cu o altă garnitură, cu ajutorul unei piese de îmbinare din fontă tip Gibault, alcătuită dintr-o mufă (manşon sau bucşă) şi două flanşe cu buloane şi piuliţe de strângere.

Pentru efectuarea îmbinării, este necesară dezgolirea tubului pe întreaga lungime, spargerea mufelor din Azbo de la ambele capete şi înlocuirea lor cu piese de tip Gibault.

Sistemul de îmbinare al conductelor din azbociment permite realizarea la fiecare mufă a unui joc unghiular de 3-6°, astfel încât tubul poate fi deviat din capătul la care se reface îmbinarea la distanță suficientă pentru introducerea în tub a pieselor de îmbinare, fără a mai fi necesară spargerea mufei de la celălalt capăt, operațiune prin care s-ar putea deteriora şi tubul vecin.

Pentru efectuarea operației de îmbinare pe capetele tuburilor care se îmbină, la o distanță egală cu jumătate din lungimea mufei, se marchează locul de aşezare a inelelor de cauciuc cât şi jumătatea lungimii îmbinării la care trebuie să se aşeze marginile flanşelor după strângerea şuruburilor de presare. După fixarea acestor repere se introduc pe tubul demontat, în următoarea ordine: flanşa, inelul de cauciuc şi mufă, iar pe tubul vecin se introduce flanşa a doua şi celălalt inel de cauciuc.

După centrarea tubului, se fixează mufa, se montează garniturile din cauciuc şi flanşele pe locurile marcate şi se începe presarea, prin strângerea piuliţelor dintr-o dată cu două chei, astfel că strângerea şuruburilor să se facă uniform şi simultan pe tot conturul piesei de îmbinare.

Procedeul de refacere al îmbinărilor tuburilor din azbociment cu piese de tip Gibault asigură o etanşeitate bună a îmbinării, dar prezintă marele dezavantaj că necesită demontarea completă a tubului, operațiune greoaie care conduce la un consum ridicat de forță de muncă şi metal şi la mărirea duratei operației cu aproape de două ori, față de procedeul de remediere cu flanşa din două jumătăți.

Datorită acestor neajunsuri se poate aplica refacerea îmbinării tuburilor prin strângerea garniturilor la mufă, după procedeul folosit la conductele Premo.

Îmbinările rigide. Acest sistem de îmbinare a tuburilor în cazul demuflărilor sau spargerii realizează o legătură monolit între cele două capete ale tuburilor ce se asamblează. Îmbinările de tip monolit se pot realiza prin următoarele procedee:

- cap la cap prin bandajare, operație care constă din pregătirea capetelor tuburilor ce se asamblează (uscare, asterizare, curățire de impurități etc.), fixarea tuburilor cap la cap cu o masă de şpaclu pe bază de răşini epoxidice şi apoi bandajarea îmbinării cu un număr de 3-4 straturi de țesătură din fibre de sticlă îmbibate în răşina epoxidică;

- stemuirea spațiului dintre cep și mufă, cu o masă de spaclu din rășină epoxidică și consolidarea îmbinării cu flanșe sau prin bandajare cu țesătura din fibre de sticlă îmbibate în rășină epoxidică.

Remedierea defectelor din corpul conductelor. Conductele din Premo, Azbo, PVC au rezistență limitată la solicitări mecanice, fiind vulnerabile la șocuri dure, care pot provoca deteriorări (fisuri, crăpături, spargeri, rupturi etc.) și scoaterea acestora din funcțiune.

Procedeul cel mai utilizat de remediere a avariilor la tuburile Premo, datorate defectelor din corpul tuburilor, constă din montarea și înlocuirea completă a tuburilor deteriorate.

Înlocuirea tubului defect se poate face în două variante:

- În prima variantă, cu conductă din metal și piese de remediere (cep și mufă) din metal. Se asamblează mai întâi cele două piese de remediere și garniturile de etanșare cu tuburile învecinate după procedeul de îmbinare obișnuit și apoi se sudează tronsonul de conductă centrală (de legătură) cu capetele celor două piese de îmbinare.

- În a doua variantă, cu manșon metalic și piesa de remediere din Premo. În acest caz, înlocuirea tubului deteriorat se face cu două bucăți sau piese de remediere (cep și mufă) din Premo și un manșon metalic central de legătură. Piesele de remediere pot fi confecționate de uzina producătoare de tuburi sau pe șantier, prin tăierea și detașarea unui tronson de 20 cm lățime din zona centrală a unui tub Premo, astfel încât cele două părți rezultate să poată fi folosite cu ușurință la îmbinare. Mai întâi se face îmbinarea uneia din cele două părți cu capătul tubului vecin și apoi se introduce pe la capătul piesei de îmbinare, în ordine: flanșa de presare, garnitura de etanșare și cilindru metalic de legătură. Se îmbină normal cea de-a doua piesă, pe care se introduce în ordine: flanșa de strângere și garnitura de etanșare. Se fixează manșonul de legătură din zona centrală de 20 cm și se introduce etanș garnitura de cauciuc, de o parte și de alta a manșonului, în spațiul dintre piesele de îmbinare Premo și manșon. În continuare se presează cu cele două flanșe din oțel prin strângerea piulițelor de la prezoanele distanțiere în mod uniform pe toată circumferința.

Un alt procedeu de remediere a defecțiunilor la conductele de azbociment constă din înlocuirea integrală sau parțială a tubului defect și îmbinarea tubului nou, cu cele două tuburi vecine prin intermediul pieselor de îmbinare de tip Gilbault. Operația de îmbinare se face în mod asemănător ca la refacerea îmbinărilor deteriorate descrise anterior.

În cazul în care nu se înlocuieşte întregul tub, ci numai o porțiune de 1-3 m, tronsoanele necesare se confecționează din conducte rebutate, care se combină tot cu piese Gibault, ca şi la înlocuirea unui tub întreg.

Procedeele de remediere menționate anterior la rețeaua de conducte îngropate (Premo şi Azbo) prezintă avantajul unor soluții tehnice eficiente pentru combaterea în principal a pierderilor de apă din rețea. Din punct de vedere economic şi al realizării, aceste procedee şi îndeosebi cele care impun demontarea şi înlocuirea tronsoanelor deteriorate prezintă o serie de neajunsuri, dintre care se menționează:

- consumul mare de tuburi şi de piese de îmbinare;
- consumul ridicat de forță de muncă şi utilaje;
- costul ridicat;
- durata mare a operațiunii de remediere, în multe cazuri depăşind 8 ore;
- condiții potențiale de deteriorare a tuburilor vecine.

Ținând seama de aceste considerente, se recomandă efectuarea remedierilor pe loc, fără demontarea şi înlocuirea tuburilor sau a pieselor de îmbinare defecte, acolo unde situația permite acest lucru.

Remedierea pe loc a defectelor se face cu răşini epoxidice în amestec cu nisip cuarțos, ciment, fibre de azbest, fibre de sticlă etc. Recent au apărut şi produse mai eficiente care pot fi utilizate cu succes în acest scop.

Amestecurile pe bază de răşini epoxidice au aderențe şi rezistențe mecanice mai mari decât materialul din care sunt confecționate tuburile, astfel că eventualele rupturi se produc în materialul vechi. Durata de întărire a acestor amestecuri poate fi redusă la 2-4 ore, prin mărirea procentului de întăritor, cât şi prin încălzirea tuburilor în porțiunea care se repară.

Consolidarea zonelor reparate se poate face prin:

- bandajarea tubului cu 2-4 straturi de țesătură din fibră de sticlă îmbibată cu un amestec din răşină epoxidică de tip Dinox 10 P şi întăritor de tip Etilen-dinamita (EDA) în proporție de 8-10 % din greutatea răşinei;
- manşoanele din două jumătăți, confecționate din tuburi cu diametrul imediat superior, aplicate prin lipire cu răşină epoxidică, care pot fi consolidate suplimentar cu coliere metalice;
- manşoanele sau colierele metalice cu placă (garnitură) de etanşare din cauciuc introdusă între manşon şi conductă.

Procesul de remediere pe loc a defecțiunilor elimină dezavantajele mari pe care le prezintă procedeele de remediere prin demontarea şi înlocuirea tuburilor deteriorate.

Cu eficiență de multe ori superioară rășinilor epoxidice, recent au apărut produse noi, care evident trebuie avute în vedere pentru utilizarea în scopul remedierilor menționate.

8.2.2. Îmbunătățirea izolației anticorozive a conductelor îngropate

Soluții pe bază de smoală de huilă. În țara noastră protecția anticorozivă a conductelor metalice îngropate, precum și a celor din beton armat precomprimat sau azbociment pozate în terenuri cu diverse agresivități (conținut ridicat de săruri etc.) se realiza, de regulă, cu bitum de petrol. Aplicarea se efectua în stații fixe și numai la tronsoanele mici; îmbinările sau unele reparații erau executate la locul respectiv. În urma verificărilor din teren și în laborator privind comportarea în exploatare a izolațiilor pe bază de bitum s-a constatat o serie de deficiențe. Astfel, s-a observat că izolația interioară a conductelor executată din Citom (lac pe bază de bitum din petrol) se deteriorează complet după un sezon de irigație. Verificându-se în laborator comportarea acestui strat protector într-o soluție de 5% NaCl, s-a constatat într-un interval de numai 5 luni degradarea totală a izolației și instalarea accentuată a petelor de rugină.

Izolarea exterioară cu bitum prezintă inconveniente serioase, când temperatura ambiantă depășește 30°C. În asemenea situații bitumul se înmoaie, iar întregul strat izolator, constituit din înfășurarea de armare din împâslitura din fibre de sticlă și bandă de protecție mecanică din PVC, alunecă de pe tronsonul izolat.

Avându-se în vedere aceste considerente, cât și faptul ca bitumul din petrol a devenit un material deficitar, cercetările au urmărit găsirea unor noi metode eficiente pentru protecția anticorozivă a suprafețelor interioare și exterioare ale conductelor, care să se poată realiza în condiții economice avantajoase, folosind pe cât posibil numai materii prime disponibile pe piața internă.

Din categoria procedeelor de izolare la cald, în urma experimentărilor pe conductele metalice efectuate în cadrul lotului IAIMIF de la Gurbănești, rezultate foarte bune s-au obținut cu produse având la bază smoala de huilă. Aceasta se obține ca produs secundar la distilarea cărbunelui de huilă pentru fabricarea cocsului metalurgic și se livra în cantități industriale de către Combinatul Siderurgic Galați.

Realizându-se un amestec de 50-55 % smoala de huilă, cu 30-35 % ulei de antracen și 10-12% fracție benzenică, rezultată de la distilarea căr-

bunelui, s-a obținut un produs care a fost denumit *Carbolac* și care prezintă caracteristici de izolare net superioare *Citomului.*

Carbolacul se utilizează atât la protejarea interioară a conductelor, cât și ca prim strat de aderență pe suprafața exterioară a acestora.

Dintr-un amestec la cald de 90-92 % smoala de huilă cu 5-8 % ulei de antracen și 2-3 % pudretă de cauciuc, s-a obținut o compoziție anticorozivă denumită *Carboplast* care poate înlocui cu performanțe superioare bitumul de petrol, la protejarea exterioară a conductelor (Brevet OSIM nr. 80498/1982).

Ambele produse au fost omologate, tehnologia de aplicare fiind identică cu cea folosită în cazul utilizării bitumului.

Principalele caracteristici tehnice determinate în condiții de laborator pentru aceste noi produse sunt prezentate în tabelul 8.5.

Tabelul 8.5

Caracteristicile tehnice ale grundului Carbolac și a compoziției izolante Carboplast

Nr crt.	Caracteristici	Valori		Metoda de analiză
		Carbolac	Carboplast	
1	Densitatea relativă la 15 °C, mm	0,85	-	STAS 35-73
2	Distilare -punct inițial, °C minimum -până la 200, % minimum	 80 7	 - -	Punct 4,1 din NTR 4102-81
3	Conținutul de hidrocarburi aromatice în fracțiunea care distilă până la 200 °C; % minimum	80	85	STAS 25-74
4	Conținutul de apă (metoda distilării)	Lipsă	Lipsă	STAS 24-72
5	Vâscozitate: -la 20 °C -la 100 °C	 1,1 -	 - 4,9	STAS 117-71
6	Timp de uscare, minute	30	-	Punct 4.2 din NTR 4102-81
7	Adezivitate (metoda calitativă)	Corespunzătoare	Corespunzătoare	STAS 6801-78
8	Punct de înmuiere, min.	-	76	STAS 60-69
9	Aciditate minerală sau alcalinitate	lipsă	lipsă	STAS 22-64

S-au efectuat cercetări de laborator privind verificarea comportării mai multor soluții de protecție anticorozivă în prezența bacteriilor corozive din sol. Epruvetele de acoperire protectoare studiate au fost introduse în diverse medii bacteriene naturale și artificializate.

Rezultatele experimentărilor au pus în evidență faptul că singura acoperire care a rezistat integral atacului de bacterii sulfat-reducătoare și a florei asociate din sol, nepermițând formarea de oxizi și sulfura de fier (pro-

duși ai activității fier-oxidante și sulfat-reducătoare), a fost cea formată din Carbolac și Carboplast.

Restul acoperirilor a permis formarea de tuberculi de oxizi și sulfura de fier cu atac mai mult sau mai puțin pronunțat asupra peliculei protectoare, având ca urmare pierderea integrității acesteia prin rupere sau dezintegrare parțială.

În cadrul lotului de la Însurăței al IEELIF Brăila (în prezent SNIF) s-au experimentat cu bune rezultate aplicarea Carbolacului și Carboplastului pe conducte de azbociment. Cu această ocazie în cadrul șantierului s-a conceput și realizat un dispozitiv de topit și omogenizat smoala de huilă în amestec cu ulei de antracen, fără degajări de gaze toxice și cu recuperarea integrală a soluțiilor anticorozive rămase în exces după izolarea tronsoanelor de conductă.

Soluții pe bază de Pahizol. Din categoria procedeelor de izolare la rece, tot în cadrul lotului IAIMIF de la Gurbănești, rezultate foarte bune s-au obținut prin folosirea soluțiilor pe bază de reziduuri de la fabricarea cauciucului izoprenic, de tip Pahizol, fabricate industrial la Combinatul Petrochimic din Borzești.

- Soluția de tip Pahizol A se utilizează la protejarea interioară a conductelor și ca grund-amorsă la izolarea exterioară a acestora.

Soluția de tip Pahizol S se utilizează ca strat de protecție de bază, înlocuind bitumul. Ambele soluții au marile avantaje că se pretează și la aplicarea mecanizată prin pulverizare, folosind spre exemplu, dispozitivul de aplicat mase de spaclu, sau orice alt recipient și pistol de pulverizare cu duză mărită. Această tehnologie ridică considerabil productivitatea muncii și evită unele accidente care se pot produce pe șantiere, în cazul izolării prin pensulare a conductelor mari.

Începând din anul 1982 izolarea conductelor metalice cu Pahizol a fost inclusă în documentațiile de proiectare, aplicându-se cu prioritate pe șantierele amenajării hidroameliorative complexe Câmpia Covurlui. Astfel, până la nivelul anului 1985 a fost izolată cu Pahizol o suprafață de cca 140000 m^2 conducta metalică la sifoanele Malina, Lozova și Suhurlui. Izolația a fost efectuată în proporție de 90% în stații fixe și 10% pe traseul conductelor, la zonele de îmbinare.

Măsurătorile efectuate în anul 1986 privind verificarea rezistentei electrice a izolațiilor cu Pahizol, executate în anul 1983 în Câmpia Covurlui, atestă comportarea bună a acestora, valorile rezistenței de izolație depășind cu mult prevederile normelor în vigoare.

În tabelul 8.6 se prezintă consumurile orientative de materiale necesare izolării anticorozive exterioare cu soluții de Pahizol a conductelor de oțel îngropate (după ISPIF).

Protecția catodică. Este cunoscut faptul că realizarea unei izolații perfecte este practic imposibilă mai ales pe conductele cu diametre mari, deoarece apar deteriorări în timpul transportului, lansării în șanț etc., aceste deteriorări ale izolației constituie primele focare ale acțiunii corozive exercitate de sol.

Din punct de vedere termodinamic coroziunea electrochimică a fierului nu este posibilă la un potențial mai redus de / - 0,850/ V măsurați față de electrodul de referință din $Cu/CuSO_4$, de aici rezultând faptul că s-ar putea realiza o protecție perfectă a unor conducte introduse în sol, numai prin aplicarea unui potențial > /- 0,850/V. Un astfel de procedeu ar conduce însă la un consum foarte ridicat de energie electrică. De aceea, toate conductele se izolează în prealabil, astfel că numai zonele neacoperite sau deteriorate unde s-ar putea localiza procesele de coroziune să beneficieze de protecție catodică.

În cazul unei izolații de foarte bună calitate se poate ajunge la un consum specific de cca 10^{-4} A/m^2 ceea ce revine la cca 2 x 10^{-3} kWh/m^2 și an.

Protecția catodică poate fi realizată prin două procedee:

- cu anozi galvanici din Zn, Mg, Al;
- cu injecție exterioară de curent.

Cel mai economic și mai răspândit procedeu de protecție catodică a conductelor îngropate este cel prin injecție de curent. Repartizarea curentului de protecție pe lungimea conductei depinde de natura solului din jurul conductei, de starea izolației conductei și de rezistența și amplasarea prizei anodice.

În cazul complexului hidroameliorativ Câmpia Covurlui s-a adoptat soluția protecției catodice a sifoanelor metalice prin injecția de curent cu stații multiple. Aceeași soluție se poate aplica și pentru conductele metalice ale amenajărilor mai vechi, la care procesul de coroziune este avansat.

8.2.3.Unele concluzii privind distribuția și măsurarea apei în rețelele de canale și conducte

În cele prezentate anterior s-a făcut referire cu precădere la unele metode, materiale, inclusiv utilaje și echipamente simple, pentru distribuția apei și măsurarea debitelor de apă, în rețeaua de irigație pentru aducțiunea și distribuția apei de irigat, efectuate cu participarea ICITID în majoritatea cazurilor. Tot în cadrul ICITID au mai fost inițiate cercetări inclusiv pentru prevenirea pierderilor de apă prin infiltrații etc., privind și diverse materiale și apa-

rate destinate acestor scopuri, în colaborare cu diferite întreprinderi specializate în construirea unor asemenea aparate şi dispozitive inclusiv fabricarea (confecţionarea) unor materiale. Multe dintre aceste unităţi economice între timp s-au reorganizat, reprofilându-şi activitatea în producţie, unele chiar s-au desfiinţat, astfel încât nu am făcut referire la toate acestea, necunoscând perspectiva de viitor privind realizările acestora în care este interesat acest domeniu, al irigaţiilor. În unele ramuri tehnice, cum ar fi spre exemplu cel al telemetriei, precum şi ale altora, fără îndoială că între timp s-au înregistrat progrese importante, care desigur vor fi avute în vedere la retehnologizarea amenajărilor de irigaţii din ţara noastră. De la caz la caz evident, după necesităţi se va apela şi la unele importuri. Aşa cum am specificat însă încă de la început, cele prezentate se referă la unele realizări cu posibilităţi uşoare de punere în operă, oportune pentru utilizarea în stadiul actual. Mai sunt şi altele, dar am prezentat pe cele mai importante. Starea actuală a sistemelor de irigaţii necesită intervenţii de anvergură la nivel de remedieri capitale. Realizările pe baza cercetărilor efectuate în ICITID nu reprezintă decât o secvenţă în ansamblul măsurilor necesare. Această componentă considerăm că este utilă şi oportună, întrucât, ca şi alte contribuţii, la care s-a făcut referire în cele expuse anterior, au calitatea că s-au obţinut în condiţii specifice amenajărilor din ţara noastră, de natură să răspundă mai prompt şi eficient totodată, cerinţelor legate de anumite particularităţi proprii situaţiilor din ţara noastră, atât în ceea ce priveşte retehnologizarea (reabilitarea) cât şi exploatarea amenajărilor de irigaţii.

Tabelul 8.6

Consumuri orientative de materiale necesare izolării anticorozive exterioare cu soluţii de tip Pahizol, a conductelor de oţel îngropate

Denumire strat	Materialele care se folosesc şi cantităţile necesare					
	Executat mecanizat			Executat manual		
	Pahizol NTR 143-83 (kg/m^2)	Benzen brut STAS 310/1-73 (kg/m^2)	IFS* Tip I-60 CAL "E" STAS 8050-73 (m^2)	Pahizol NTR 143-83 (kg/m^2)	Benzen brut STAS 310/1-73 (kg/m^2)	IFS* Tip I-60 CAL "E" STAS 8050-73 (m^2)
1	2	3	4	5	6	7
Izolaţie normală						
Strat de aderenţă – Pahizol „A"	0,55	0,25	-	0,70	0,10	-
Strat izolator – Pahizol „S"	0,70	0,30	-	0,85	0,15	-
Înfăşurare exterioară de producţie mecanică	-	-	1,15	-	-	1,15
Stratul de impregnare Pahizol „A"	0,90	0,40	-	1,10	0,20	-

1	2	3	4	5	6	7
Izolație întărită						
Strat de aderență - Pahizol „A"	0,55	0,25	-	0,70	0,10	-
Strat izolator - Pahizol „S"	0,70	0,30	-	0,85	0,15	-
Înfășurare de armare	-	-	1,15	-	-	1,15
Stratul izolator - Pahizol „S"	1,05	0,45	-	1,25	0,25	-
Înfășurare exterioară de protecție mecanică	-	-	1,15	-	-	1,25
Strat de impregnare - Pahizol „A"	0,90	0,40	-	1,10	0,20	-
Izolație foarte întărită						
Strat de aderență - Pahizol „A"	0,55	0,25	-	0,70	0,10	-
Strat izolator - Pahizol „S"	0,70	0,30	-	0,85	0,15	-
Înfășurare de armare	-	-	1,15	-	-	1,15
Stratul izolator - Pahizol „S"	1,05	0,45	-	1,25	0,25	-
Înfășurare de armare	-	-	1,15	-	-	1,15
Stratul izolator - Pahizol „S"	1,05	0,45	-	1,25	0,25	-
Înfășurare exterioară de protecție mecanică	-	-	1,15	-	-	1,25
Strat de impregnare - Pahizol „A"	0,90	0,40	-	1,10	0,20	-

IFS* = împâslitură de fibre de sticlă nebituminată

8.3. PROGRAME INFORMATICE PRIVIND PRINCIPALELE OBIECTIVE ALE PROGRAMULUI DE CERCETARE „EXPLOATAREA ŞI MODERNIZAREA AMENAJĂRILOR DE IRIGAȚII" DIN CADRUL ICITID

Scopul principal al programului de cercetare „Exploatarea şi modernizarea amenajărilor de irigații", asupra căruia anterior s-au făcut numeroase referiri, este stabilirea căilor şi mijloacelor pentru utilizarea rațională a apei, în contextul economiei de energie şi prevenirii unor efecte negative în evoluția factorilor de mediu (a solului în mod deosebit), din amenajările de irigații. Principalele obiective de cercetare ale programului avute în vedere până în prezent au fost următoarele:

1. Stabilirea de metode pentru prognoza şi avertizarea udărilor, a elementelor bilanțului apei în solurile irigate, precum şi a limitei de subasigurare cu apă a culturilor în cadrul căreia se pot obține producții economice.

2. Urmărirea comportării în exploatare a componentelor sistemelor de irigaţii (reţele de canale deschise şi conducte îngropate, construcţii hidrotehnice anexe, staţii de pompare) şi elaborarea de măsuri şi tehnologii pentru îmbunătăţirea funcţionalităţii acestora.

3. Creşterea randamentului de transport a reţelelor hidrotehnice prin adoptarea unor soluţii eficiente de căptuşire a canalelor de irigaţii, perfecţionarea metodelor, aparaturii şi echipamentelor de distribuţie şi contorizare a apei, crearea şi utilizarea unor baze de date specifice pentru dispecerizarea informaţiilor.

4. Urmărirea evoluţiei principalilor factori de mediu din amenajările de irigaţii şi drenaje (chimismul surselor de apă, nivelul şi chimismul apelor freatice, chimismul solurilor) sub influenţa factorilor naturali şi antropici.

Metode utilizate şi rezultatele obţinute

Cercetările din cadrul primului obiectiv s-au efectuat în peste 25 câmpuri experimentale, special amenajate (în timp, numărul acestora s-a redus), amplasate, aşa după cum s-a mai arătat, în toate zonele pedoclimatice interesate la irigaţii. Rezultatele acestor cercetări, cu caracter de durată, s-au utilizat în exploatarea amenajărilor existente, prin stabilirea elementelor tehnice necesare prognozei şi avertizării udărilor, în dimensionarea sistemelor de irigaţii, prin stabilirea necesarului de apă al culturilor, precum şi în calculele de eficienţă economică, prin utilizarea datelor existente pe perioade lungi privind relaţia consumul de apă-producţie.

Investigaţiile din cadrul celorlalte obiective s-au desfăşurat direct în amenajările aflate în exploatare, rezultatele acestora fiind utilizate cu precădere de către Direcţia de Exploatare din cadrul fostei Direcţii Generale de Îmbunătăţiri Funciare şi Construcţii Agricole (DGIFCA).

Pe parcursul cercetărilor s-a colaborat cu Institutul de Cercetări pentru Pedologie şi Agrochimie, pentru partea de control a evoluţiei solurilor, cu unităţile din reţeaua Institutului de Cercetare – Dezvoltare Agricolă (ICDA) Fundulea, pentru recomandări privind soiurile şi agrotehnica aplicată în câmpurile experimentale ale ICITID, precum şi cu Institutul de Studii şi Proiectări pentru Îmbunătăţiri Funciare (ISPIF) Bucureşti, pentru partea de valorificare a rezultatelor cercetărilor prin proiecte de inginerie tehnologică, utilizate ulterior în cadrul proiectelor de execuţie a noilor amenajări, sau de modernizare şi extindere a celor existente.

Volumul foarte mare de date acumulate pe parcursul cercetărilor au condus la necesitatea elaborării unor programe de stocare şi procesare a informaţiilor. În acest sens, prin colaborare cu Institutul de Cercetări pen-

tru Sisteme Informatice şi Automatizări Tehnologice (SIAT) Bucureşti, au fost realizate următoarele programe informatice:

INFORAND – conține caracteristicile rețelelor hidrotehnice la nivelul fiecărui sistem administrativ, precum şi pierderile de apă unitare stabilite prin cercetări anterioare, în funcție de natura căptuşelii (în cazul canalelor impermeabilizate), respectiv în funcție de textura solului şi adâncimea apei freatice (în cazul canalelor neimpermeabilizate). Programul permite calculul randamentelor de transport pe fiecare tronson de rețea, în funcție de volumele de apă vehiculate.

INFOREG – are funcția de stocare şi evidență a datelor privind echipamentele hidraulice de reglare şi distribuție a apei din rețeaua de canale deschise. Echipamentele au fost clasificate în funcție de natura comenzii de acționare (comandă amonte, comandă aval, comandă mixtă), programul incluzând, în partea sa grafică, vederi generale, secțiuni reprezentative şi diagrame funcționale pentru fiecare tip de echipament.

INFODEB – are ca obiect utilizarea unei baze de date specifice pentru debitmetria de exploatare a sistemelor de irigații. Structurat ca şi programul anterior pe fişiere grafice şi fişiere tabelare, noul program permite atât crearea şi actualizarea bazei de date asupra mijloacelor de măsurarea a apei disponibile şi recomandate pentru rețelele de canale deschise şi conductele sub presiune, cât şi utilizarea informațiilor stocate pentru diferite alte necesități de proiectare şi exploatare. La alegerea aparaturii se are în vedere tipul sistemului hidraulic de transport al apei existent în amenajarea respectivă şi categoriile de beneficiari deservite de diversele terminale ale rețelei.

INFOPLANT – are ca scop stocarea şi prelucrarea datelor privind bilanțului apei în sol şi producțiile obținute în câmpurile experimentale. Datele de intrare ale programului sunt constituite din caracteristicile de sol, climă, plantă şi regim de irigație aplicat în fiecare câmp experimental, inclusiv recoltele obținute în regim natural şi irigat. Prelucrarea informațiilor stocate se poate face la nivel anual sau multianual, pentru o singură cultură sau mai multe, pentru un singur câmp experimental sau mai multe, putându-se obține inclusiv corelații de tip consum de apă-producție.

INFOAVERT – urmăreşte dinamica rezervelor de umiditate din sol pentru diferite culturi, în diferite zone pedoclimatice, furnizând elementele tehnice necesare prognozei şi avertizării udărilor (coeficienții de corecție (Kt) pentru transformarea evaporației în consum de apă, norme de udare, momentul declanşării şi durata udărilor) pe întreaga perioadă de vegetație a culturilor.

INFOMEDIU - conține informații cu privire la evoluția nivelului și chimismului apei freatice, chimismului sursei de alimentare a sistemului de irigații, precum și chimismul solurilor irigate, inclusiv conținutul în elemente poluante. Funcțiile de bază ale programului creează posibilitatea introducerii de date noi, procesarea celor existente pe criterii statistice, afișarea și tipărirea de grafice și hărți de ansamblu sau detaliu. Informațiile pot fi prelucrate la nivel anual sau multianual, pe zone geografice sau pe sisteme hidrotehnice individuale.

Acest ultim program, conceput în anul 1994 în limbaj TURBO-PASCAL, a fost prevăzut cu subprograme grafice lansate secvențial dintr-un lansator de programe, fiecare subprogram având funcții bine definite. Organizarea concepută îi creează sistemului o flexibilitate mai mare în adăugarea de noi subprograme și prelucrări grafice, fără operarea de modificări în structura de ansamblu, ci numai prin adăugarea de noi opțiuni lansatorului.

BIBLIOGRAFIE

1. Avrigeanu Gh. – Cercetări privind aportul freatic pe solurile aluviale din Lunca Dunării. Analele ICITID, vol. I (XII), 1978.

2. Botzan M., Ionescu C. – Metoda pentru extrapolarea datelor experimentale de consum al apei în sol în condiţii de irigaţie. Studii de hidroameliorații ISCH, vol. III, 1966.

3. Botzan M. şi colab. – Elementele regimului de irigaţie şi avertizarea udărilor în sistemele de irigaţii. Redacţia Rev. Agricole, Bucureşti, 1969.

4. Bulugiu C., Gogoloiu Gh., Botzan M. – Aportul freatic la porumb pe o secvenţă de psamosol, cernoziom levigat şi lăcovişte. A IX-a Conferinţă Naţională de Ştiinţă a Solului, Craiova, 1976.

5. Berbecel O. şi colab. – Agrometeorologie. Ed. Ceres, 1970.

6. Berbecel O. – Resursele climatice ale României şi caracteristicile lor agroproductive, în Agricultura Socialistă a României. Ed. Politică, Bucureşti, 1983.

7. Berbecel O. şi Valuţă Gh. – Zonarea ecologică a plantelor agricole în RPR. Ed. Academiei RPR Bucureşti, 1960.

8. Brânzei E. – Cercetări asupra consumului de apă la porumbul boabe cultivat în lizimetre, pe cernoziom freatic umed. Analele ICITID, vol. II (XIII), 1981.

9. Canarache A. – Fizica solurilor agricole. Ed. Ceres, 1990.

10. Chiriţă C. şi colab. – Clasificarea regimurilor de umiditate din soluri pentru scopuri ecologice. Ştiinţa Solului, nr. 3-4, 1964.

11. Chiriţă C. şi colab. – Ecopedologie cu bazele de pedologie generală. Ed. Ceres, Bucureşti, 1974.

12. Cosma M., Bărdiţă V., Uceanschi L. – Bilanţul apei prin lizimetre la diferite adâncimi ale apei freatice pe o lăcovişte în condiţiile din Banat. Publicaţiile Societăţii Naţionale Române de Ştiinţa Solului, nr. 17, 1979.

13. Cruţu Gh., Iga N., Mardare V., Mihăilescu D. şi colab. – Tehnologie de udare cu instalaţii cu tambur şi furtun de tip IATF –300 şi IATF –400, acţionate cu burduf şi turbină. Redacţia de propagandă şi tehnică agricolă, 1990.

14. Davidescu A. - Les irrigation en Roumanie. Bucureşti, 1929.

15. Doorembos J. and Pruitt W. O. – Crop water recuirements, FAO of the UN Roma, 1975 şi 1977.

16. Drobot R., Grumeza N., Kleps Cr. – Modelarea matematică a evoluţiei nivelurilor freatice din cadrul sistemului M. Kogălniceanu. Lucrările primului Simpozion de îmbunătăţiri funciare, Bucureşti, 1984.

17. Drobot R şi colab. – Modelarea matematică a resurselor de apă subterană. Publ. Institutului de Meteorologie şi Hidrologie, Bucureşti, 1987.

18. Florea N – Geochimia şi valorificarea apelor din Câmpia Română de Nord-Est. Ed. Academiei R.S.R., Bucureşti, 1976.

19. Gutyrnat E. - Problema apei şi irigaţiilor în România. Rev. Viaţa agricolă, Bucureşti, 1930.

20. Ghiţescu P. şi colab. - Excesul de umiditate din Câmpia Română de Nord-Est (1969-1973). Ed. Academiei, Bucureşti, 1979.

21. Goldberg D., Gornat B., Rimon D. - Dripp irrigation (principales, design and agricultural practices). Scientific publications Kfar Shmaryahu, Israel, 1976 şi 1979.

22. Gogoloiu Gh., Bulugiu C., Răsuceanu E. - Influenţa adâncimii nivelului freatic asupra producţiei de porumb şi soia pe o secvenţă de psamosol, cernoziom levigat şi faeoziom în Câmpia Blahniţei. A IX-a Conferinţă Naţională de Ştiinţa Solului, Craiova, 1976.

23. Grecu N. - Contribuţii la stabilirea unei tehnologii de căptuşirea canalelor de irigaţii cu folii de polietilenă lestate cu pământ. În: Analele ICITID Băneasa - Giurgiu, vol. II (IX), 1981.

24. Grumeza N. - Un nou procedeu pentru prognoza şi avertizarea udărilor în sistemele de irigaţii. Probleme agricole (Prod. Vegetală) nr. 7/1974.

25. Grumeza N. - Recherches concernant l'etablissement d'une technologie de grande efficacité pour la prognose et l'avertissement des arrosages dans les systemes d'irrigation. Buletin de l' Academie des Sciences Agricole et Forestières, nr. 10/1978.

26. Grumeza N.- Cercetări privind prognoza şi avertizarea udărilor în sistemele de irigaţii. Analele ICITID, vol. I (XII), Bucureşti, 1978.

27. Grumeza N. şi colab. - Investigation on evaporation of irrigated crops under various pedoclimatic conditions, with applicability în dimensioning and exploatation of irrigation systems. Buletin de l'Academie des Sciences Agricole et Foresties, nr. 16/1987.

28. Grumeza N.- Avertizarea udărilor în marile sisteme de irigaţii. Producţia vegetală (Cereale şi plante tehnice), nr. 5/1979.

29. Grumeza N., Merculiev O., Klepş Cr., Rădulescu A., Topor R., Popescu F. - Relaţia apă-producţie în sistemele de irigaţie din Câmpia Bărăganului. Rev. Hidrotehnica, nr. 3/1987.

30. Grumeza N., Merculiev O., Klepş Cr. - Plant water consumption researches undertaken în Romania, and the use of their results both for irrigation system dimensioning and for irrigation application prognosis. ICID bulletin July/1986, vol. 35, nr. 2, New Delhi.

31. Gangopadhyaya M., Earl Harbeck G. Jr., Nonderson J. Tor, Omar M., Uryvaev V. A. - Measurement and estimation of evaporation and evapotranspiration. World Meteorological Organization nr. 201. T.P. 105, Geneva. 1966.

32. Grumeza N., Merculiev O., Tuşa C. - Consumul de apă al plantelor cu aplicaţii în proiectarea şi exploatarea sistemelor de irigaţii. Redacţia de propagandă agricolă, Bucureşti, 1988.

33. Grumeza N., Alexandrescu I., Ionescu P. - Tehnica irigării culturilor hortivitícole. Ed. Ceres, 1979.

34. Grumeza N., Dăscălescu N. - Planificarea udărilor şi măsurarea apei în sistemele de irigaţii. Ed. Ceres, 1976.

35. Grumeza N. – Aspecte privind comportarea în exploatare a marilor sisteme de irigaţii. În: Analele ICIF, vol., II (IX), Bucureşti, 1972.

36. Grumeza N. şi colab – Etudes et recherches sur le comportement en exploitation des systems d' irrigation de la Dobrogea et de la plaine du Danube. In: Bulletin de l'ASAS, nr. 4, Bucureşti, 1974.

37. Grumeza N., Klepş Cr. – Unele aspecte privind gospodărirea apei în sistemele de irigaţii din Complexul Razelm-Sinoe. In: Hidrotehnica, nr. 1, Bucureşti, 1982.

38. Grumeza N., Klepş Cr. – Unele concluzii privind comportarea în exploatare a amenajărilor de irigaţii din perimetrul Gălăţui-Călăraşi. In: Hidrotehnica, nr. 3, Bucureşti, 1983.

39. Grumeza N., Klepş Cr., Popescu F., Dumitraşcu Şt. – Rezultate ale cercetărilor privind randamentul de utilizare al apei în sistemele de irigaţii din Complexul Carasu. În: Lucrări ştiinţifice ale SCCI „Dobrogea" – Valu lui Traian, 1983.

40. Grumeza N., Schintee C., Ţuculina S., Matei I. – Cercetări privind comportarea în exploatare a unor sisteme de irigaţii din Oltenia. În: Lucrări ştiinţifice ale SCA Şimnic- Craiova, vol. IV, 1983.

41. Grumeza N., Rădulescu A., Klepş Cr.- Rezultate ale cercetărilor privind evoluţia condiţiilor hidrogeologice şi comportarea construcţiilor în amenajările de irigaţii din Bărăganul de Sud. În: Analele ICITID Băneasa – Giurgiu, vol. III (XIV), 1984.

42. Grumeza N., Marin Gh., Topor R., Klepş Cr. – Cercetări privind evoluţia apei freatice în sistemele de irigaţii aflate în exploatare în Bărăganul de Nord. În: Analele ICITID Băneasa – Giurgiu, vol. III (XIV), 1984.

43. Grumeza N., Groza N., Schintee C., Klepş Cr., Matei I. – Unele probleme privind situaţia hidrogeologică din masivul irigat delimitat de Jiu şi Olt. In: Hidrotehnica, nr. 7, Bucureşti, 1984.

44. Grumeza N., Klepş Cr. – Metode pentru creşterea randamentului de utilizare a apei în sistemele de irigaţii. Ed. Ceres, Bucureşti, 1985.

45. Grumeza N., Klepş Cr., Rădulescu A., Tuşa C. – Cu privire la randamentul reţelei de transport şi distribuţie a apei din amenajările de irigaţii Gălăţui-Călăraşi, Pietroiu-Ştefan cel Mare şi Giurgiu-Răzmireşti. În: Hidrotehnica, nr. 5, Bucureşti, 1985.

46. Grumeza N., Merculiev O., Klepş Cr. – Folosirea raţională a apei în exploatarea amenajărilor de irigaţii. Redacţia de propagandă tehnică agricolă, Bucureşti, 1987.

47. Grumeza N., Merculiev O., Tuşa C.- Consumul de apă al plantelor cu aplicaţii în proiectarea şi exploatarea sistemelor de irigaţii, Bucureşti, Redacţia de propagandă tehnică agricolă, 1988.

48. Grumeza N., Tuşa C. – Consumul de apă şi evoluţia teritoriului amenajat pentru irigaţii în România. Buletinul AGIR, nr. 3/2000.

49. Grumeza N., Bora C., Groza N., Tuşa C., Renea Şt., Marinescu Gh., Petrescu E., Rădulescu A. – Rezultatele cercetărilor privind consumul de apă al culturilor în diferite condiţii pedoclimatice din zonele interesate la irigaţii. Rev. Hidrotehnica, nr. 8/1997.

50. Grumeza N., Groza N., Renea Şt., Petrescu E. – Rezultate ale cercetărilor privind reducerea consumului de apă pentru irigat, la plantă. Rev. Hidrotehnica, nr. 7/1998.

51. Grumeza N.- Unele probleme privind irigaţiile în România. Rev. Hidrotehnica, nr. 38 (12) 1993.

52. Grumeza N.- Cercetări privind evoluţia teritoriului amenajat cu lucrări de irigaţii în România. Rev. Hidrotehnica, nr. 8/1999.

53. Grumeza N., Cotăran V. – Unele probleme privind exploatarea complexului hidroameliorativ Sadova-Corabia. Rev. Hidrotehnica, nr. 11/2002.

54. Grumeza N. – Rezultate ale cercetărilor privind efectul deficitului de umiditate şi al irigaţiei asupra producţiilor agricole. Rev. Cereale şi plante tehnice, nr. 1/1994.

55. Grumeza N., Groza N., Renea Şt., Marinescu Gh., Bora C., Domuţa C., Mihalache I. – Impactul condiţiilor climatice şi al irigaţiei asupra producţiilor culturilor agricole în perioada 1990-1993. Rev. Cereale şi plante tehnice, nr. 6-7/1994.

56. Grumeza N.- Irigarea localizată a plantelor viti-pomicole pe solurile nisipoase. Rev. Horticultura, nr. 4-5 şi 10-12/1998.

57. Grumeza N. – Unele probleme privind tehnica folosirii irigaţiilor în plantaţiile de vii şi pomi de pe nisipurile din sudul Olteniei. Rev. Hortiform, nr. 8/1996 şi 9/1997.

58. Grumeza N. – Consumul de apă şi producţiile obţinute în cultura irigată a cartofului în diferite condiţii pedoclimatice din România. Rev. Hortiform, nr. 4/2000.

59. Grumeza N. – Irigaţiile în etapa actuală în România. Rev. Cereale şi plante tehnice, nr. 2/2001.

60. Grumeza N., Carmen Vasilică – Din trecutul irigaţiilor din România. Publicaţia Simpozionului Naţional de Istorie şi Retrologie Agrară. Slobozia 9-12 oct./2002.

61. Grumeza N., Klepş Cr., Carmen Vasilică – Cercetări şi rezultatele privind retehnologizarea amenajărilor de irigaţii din România în contextul protejării mediului înconjurător. Lucrări ştiinţifice USAMV secţiunea IFIM – Ed. Eren, 2002.

62. Grumeza N.- Staţiunea de Cercetare Dezvoltare Brăila. Amintiri de început. Buletin informativ ANCA Brăila, aprilie 2003.

63. Grumeza N., Topor R., Marin Gh. – Cercetări efectuate în Staţiunea Experimentală Brăila privind utilizarea raţională a apei cu aplicaţii în proiectarea şi exploatarea sistemelor de irigaţii. Buletin informativ ANCA Brăila, mai 2003.

64. Grumeza N., Klepş Cr., Tuşa C., Rădulescu A., Bora C., Groza N., Domuţa C., Popescu F. – L'effet des condition climatiques sur les productions aux principales cultures agricoles dans les conditions naturelles de la Romanie. Seminarul PHI/ UNESCO Friend – Amhy „Scurgerea minimă, seceta, deşertificarea & Proiectul seceta". Publicaţiile seminarului ţinut la Giurgiu, 7-8 sept. 1994.

65. Grumeza N., Tuşa C., Rădulescu A., Domuţa C., Bora C., Cruţu Gh., Petrescu E. – Romanie – Influence of the climatic conditions of Roumanie and irrigation an crop water consumption and yield the last decay (1990-2000). Publicaţii Simpozion, Slovenia, aprilie 2002.

66. Grumeza N., Klepş Cr., Tuşa C. – Evoluţia nivelului şi chimismului apei freatice din amenajările de irigaţii în interrelaţie cu mediul înconjurător. Redacţia de propagandă şi tehnică agricolă, Bucureşti, 1990.

67. Grumeza N., Merculiev O., Klepş Cr. – Prognoza şi programarea aplicării udărilor în sistemele de irigaţii. Editura Ceres, 1989.

68. Hargreaves H. – Lysimeter methods of mesuring evapotranspiration ICID, Int. Round- Table Conference on Evapotranspiration Q-2 R. 2/5, Budapest, 1977.

69. Herrman D. F., Jensen M. E. – Adapting meteorological approaches în irrigation scheduling to high rainfall areas. National Irrigation Symposium Papers, ASAE, 1970.

70. Ionescu-Siseşti Vl. – Culturi irigate. Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1971.

71. Ionesco Balea M. – Les dunes des Oltenie. Paris, 1923.

72. ICPA – Metodologia elaborării studiilor ecologice, partea a III-a indicatori ecopedologici, metode, rapoarte, îndrumări, nr. 20 C. Red. de propagandă tehnică agricolă. Bucureşti, 1987.

73. Jensen M. E., Middleton, Pruitt W. O. – Scheduling irrigation from pan evaporation. Washington, Agr. Exp.Sta. Bull. 459, 1961.

74. Klepş Cr. – Rezultate experimentale privind aplicarea unor materiale noi în vederea reducerii pierderilor de apă în sistemele de irigaţii. Analele ICITID, vol. I (XII), 1978.

75. Klepş Cr. - Debitmetria în sistemele de irigaţii, Bucureşti, Redacţia de propagandă tehnică agricolă, 1986.

76. Klepş Cr., Doina Staicu- Utilizarea foliilor din resurse polimetrice secundare la căptuşirea canalelor de irigaţii şi a bazinelor de stocare a apei din amenajările de irigaţii. În: Analele ICITID Băneasa-Giurgiu, vol. IV (XV), 1986.

77. Klepş Cr., Tuşa C. – Căi de creştere a randamentului reţelelor de transport şi distribuţie a apei din sistemele de irigaţii. Prod. Vegetală, nr. 4/1988.

78. Klepş Cr., Tuşa C., Wehry A., Man E., Cismaru C. – Cercetări privind îmbunătăţirea randamentului de transport şi distribuţie a apei în sistemele de irigaţii. În: Analele ICITID Băneasa-Giurgiu, vol. V (XVI), 1988.

79. Klepş Cr., Schintee C., Tuşa C., Ţărţar D. – Tehnologia de prevenire a degradării căptuşelilor la canalele cu subpresiune hidrostatică. În: Producţia Vegetală- Cereale şi Plante tehnice, nr. 3, Bucureşti, 1989.

80. Klepş Cr.- Contribuţii la stabilirea unor soluţii şi metode de economisire a apei de irigaţie şi energiei de pompare în sistemele hidroameliorative. Teză de Doctorat, ASAS, Bucureşti, 1994.

81. Klepş Cr., Tivadar, D. - Results of researches concerning the utilisation of polyacrylamides in the hydroamelioration works. Proceeding of „EUROMAT '95" Conference, Venice, 1995.

82. Klepş Cr., Iancu M. - A data processing system for storage and processing soil water balance and yield data from Romanian hydroameliorative arrangements. Proceeding of 4th Congress of the European Society for Agronomy, Veldhoven, 1996.

83. Klepş Cr., Magdalina I. – Data processing system for environment factors from Romanian irrigation arrangements. Proceeding of the 5th Congress of the European Society for Agronomy, Nitra, 1998.

84. Klepş Cr., Şerban P., Carbonnel J.P. – The part played by the irrigation arrangements in the frame of hydrographic basins integrate management. Proceeding of the 1st inter-regional conference on environment – water: „Innovative issues in irrigation and drainage", Lisbon, 1998.

85. Kleps Cr., Constantinescu A. – Microbiological corrosion and modalities of fighting it in the frame of hydroamelioration arrangements and the oil and gases extractive industry from Romania. Proceeding of 4th International Workshop on Microbial Corrosion. Lisbon, 1999.

86. Kleps Cr. – Hydrotechnical solutions for improving the functionality of Romanian irrigation arrangements. Proceeding of 3rd Inter-Regional Conference on Enviro-Water, „Water Resources Management in the 21st Century", Budapest, 2000.

87. Kleps Cr. – The water stress reduction using phreatic inflow, Proceeding of the 3rd International Crop Science Congress (ICSC, 2000), Hamburg, 2000.

88. Kleps Cr. ş.a. – Polymeric concretes, membranes and mastics for hydrotechnical constructions. Proceeding of the Second International Conference „New Research Trends in Material Science - ARM-2", Constanţa, 2001.

89. Kleps Cr. – Evapotranspiration - yield relationship in Romanian pedoclimatical conditions. Proceeding of the 7th Congress of the European Society for Agronomy, Cordoba, 2002.

90. Laşiţa E., Grumeza N. – Irigaţia prin aspersiune. Editura Ceres, 1967.

91. Lecarpantier C. – L'evapotranspiration potentielle et ses immplications geografiques. Anales de gegraphie N0 464, Juilliet – Août, Paris, 1975.

92. Lecarpentier C. – Le Calcul des bilans et des besoins en eau d'irrigation. ICID Bulletin, vol. 33, nr.2, 1984.

93. Linacre E. T., Till M.R. – Irrigation timing and amount. Journal of the Australian Institute of Agricultural Sci., vol. 35, nr. 3, 1969.

94. Moţoc M. – O metodă de estimare a normei de irigaţie a viţei-de-vie. Lucrări ştiinţifice ICHV, vol. X, 1967.

95. Moisa M. – Teza de doctorat UTCB, 1998.

96. Mucică N. – O mare realizare a anilor 1967-1972: sistemul de irigaţii Carasu – cel mai mare sistem de irigaţii realizat în ţara noastră. În: Hidrotehnica, vol. 17, Bucureşti, 1972.

97. Negrilă Catrinel, Popescu F., Renea Şt., Păltineanu I. C. – Aspecte privind corelarea datelor de evaporaţie obţinute cu evaporimetrele Andersson şi Bac. Lucrările ştiinţifice SCCI Dobrogea, Valu lui Traian, vol. IX/1988.

98. Nicolaescu I. –Irigaţii prin scurgere la suprafaţă. Ed. Ceres, 1981.

99. Niţu I. şi colab. – Lucrări agropedoameliorative. Ed. Agris, 2000.

100. Ostapcik V.P.–Evaporarea din evaporimetrul GGI-3000, ca bază pentru planificarea regimurilor de irigare. Vestnic Seliscohozeaistvenoi Nauki, nr. 10, 1981.

101. Pascu M. – Apele subterane din România. Ed. Tehnică, Bucureşti, 1980.

102. Posea Gr. – Sediments în România. RRGGG-Geogr., nr. 24, Bucureşti, 1980.

103. Pleşa I., Burchiu V. – Exploatarea sistemelor de îmbunătăţiri funciare. Ed. Ceres, Bucureşti, 1986.

104. Pleşa I., Florescu Gh. – Irigarea culturilor. Ed. Agrosilvică, Bucureşti, 1968.

105. Perrier A. – Projet de definition concernant l'evapotranspiration en function de consideration theoriques et pratiques. Conference internationale et „table ronde" sur l'evapotranspiration, ICID, Raport naţional Francais, Budapesta, 1977.

106. Penman H.L. – Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Roy. Soc. Proc. (London) Ser. A 193/1948.

107. Păltineanu Rodica, Sipoş Gh. – Utilizarea lizimetrelor pentru determinarea consumului de apă al culturilor de câmp. Analele Institutului de Cercetări pentru Cereale şi Plante Tehnice Fundulea vol. XXXVIII, seria B, 1972.

108. Popescu Fl., Negrilă Catrinel, Renea Şt. – Caracteristici ale influenţei complexe a elementelor meteorologice asupra evaporimetrelor Bac şi Andersson. Lucrările ştiinţifice SCCI Dobrogea Valu lui Traian, vol. IX, 1988.

109. Richards L.A. – Diagnosis and improvement of saline and alcali soils. USDA, Agr. Handb. nr. 60, 1954.

110. Rădulescu A. – Rezultate ale cercetărilor privind bilanţul apei în solurile irigate în amplasamentul Mărculeşti. Volumul omagial a 60-a aniversare a SCCI Mărculeşti. Red. de propagandă agricolă, Bucureşti, 1989.

111. Răsuceanu E. – Cercetări cu privire la valorificarea rezervei de umiditate din straturile profunde ale solului. Analele ICITID, vol. III (XIV). Red. de propagandă tehnică agricolă Bucureşti, 1984.

112. Rode A. A. – Metoda izucenia vodnogo rejima pociv, Izd. AK. Nauk SSSR, Moscova, 1960.

113. Roşu A. – Geografia fizică a României. Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1980.

114. Rutten P. –L'arrosage localise par rampes perforees fixes. Revues „Bas-Rhone Languedoc", nr. 62, 1972.

115. Rusu C., Klepş Cr. – Traductor de nivel pentru evaporimetrele de tip Bac clasa A utilizate în sistemele de irigaţii. Lucrările primului Simpozion în domeniul automatizărilor industriale şi utilizarea calculatoarelor în conducerea proceselor tehnologice, Bacău, 1987.

116. Sandu Gh. şi colab. – Controlul evoluţiei solurilor în sistemele de îmbunătăţiri funciare. Ed. Ceres, Bucureşti, 1981.

117. Sipoş Gh., Păltineanu R., Cristea N. – Metode de prognoză a datei optime a aplicării udărilor. Rev. Producţia Vegetală (Cereale şi plante tehnice), nr. 6 (XXXIII), 1980.

118. Săicu C. – Cercetări privind subasigurarea cu apă a plantelor în condiţiile Podişului Sucevei. Analele ICITID, vol. IV (XV). Red. de propagandă tehnică agricolă, Bucureşti, 1986.

119. Seceleanu I. şi colab. – Contribuţii pedogeografice la realizarea proiectului de amenajare a sistemelor de irigaţii din cadrul teraselor Oltului- Slatina, jud. Olt, Analele ICITID, vol. IV (XV), 1986.

120. Teodoriu Al. – Îndrumător pentru lucrări practice pentru culturi irigate. Lito IANB, 1968.

121. Topor Rădiţa – Prognoza şi avertizarea udărilor şi problemele pe care le ridică anul 1984 din acest punct de vedere în zona Bărăganului de Nord. În: Producţia Vegetală - Cereale şi Plante Tehnice, nr. 4, Bucureşti, 1984.

122. Topor Rădiţa – Agricultura irigată – Ştiinţă, Tehnică şi Artă. Rev. Financiar Mercur, nr. 79/552, Brăila, 2003.

123. Topor N. – Ani ploioşi şi secetoşi în R. P. Română. IMH Bucureşti, 1963.

124. Toma I., Kleps Cr. – Dispozitive pentru îmbunătăţirea distribuţiei, evidenţei şi gestiunii apei în reţelele de canale deschise din sistemele hidroameliorative. Filiala pentru perfecţionarea cadrelor din îmbunătăţiri funciare, 30 Decembrie, 1987.

125. Tuşa C. - Teza de doctorat. ASAS, 1995.

126. Tuşa C. – Evoluţia nivelurilor şi chimismului apei freatice în Complexul hidroameliorativ Giurgiu-Răzmireşti. În: Analele ICITID Băneasa – Giurgiu vol. V (XVI), 1988.

127. Villoresi V. – Irigaţia antiplanului roman, G. Pirola, Milano, 1914.

128. Vişinescu I. – Aprovizionarea culturilor din apa freatică pe solurile aluviale din Insula Mare a Brăilei. Publicaţiile Societăţii Naţionale Române pentru Ştiinţa Solului, nr. 17, 1979.

129. Wehry A., Man E., Kleps Cr. – Parametrii constructivi şi funcţionali ai stăvilarului flexibil autoreglabil tip IEELIF Arad. In: Hidrotehnica, nr. 3, Bucureşti, 1987.

130. Wehry A., Man E., Kleps Cr. – Rezultate ale cercetărilor efectuate în vederea omologării seriei zero a regulatoarelor hidraulice de nivel tip IEELIF Tulcea. In: Hidrotehnica, nr. 7, Bucureşti, 1988.

131. Wilcocks W. – Raport asupra proiectului de irigaţie şi navigaţie în România, Bucureşti, 1914.

132. *** - Editorial, ICID Buletin, vol. 36, nr. 1, New Delhi, 1987.

133. ***- Geografia României, vol. I: Geografia fizică. Ed. Academiei R.S.R., Bucureşti, 1983.

134. *** -M.A.- ICITID. Instrucţiuni tehnice privind metodologia de determinare a necesarului de apă al culturilor agricole ID 1. 1985 apărut în 1986.

Lucrări nepublicate

135. ***- Studii şi proiecte privind amenajările de irigaţii din România. În : Arhiva tehnică a ISPIF, Bucureşti.

136. ***- Rezultate anuale ale cercetărilor care fac obiectul programului de cercetare: Exploatarea şi modernizarea amenajărilor de irigaţii şi drenaje. În: Arhiva tehnică a ICITID Băneasa-Giurgiu.

137. ***-Studii şi cercetări pedologice efectuate în sistemele de irigaţii. În: Arhiva tehnică a ICPA Bucureşti şi arhivele tehnice ale OSPA Dolj, Tulcea, Argeş, Galaţi, Brăila.

IRIGATIONS ARRANGEMENTS IN ROMANIA

Dr. eng. NICOLAE GRUMEZA, Dr. eng. CRISTIAN KLEPS

ABSTRACT

The book makes reference to irrigations arrangements in Romania representing entirely the aspects with direct implications in the designing, execution and exploitation practice for this type of works. It consists of recommendations and solutions scientifically substantiated on studies and research carried out in the field and laboratory analyses, as well.

The stage of knowledge in the field on the international level was considered but the elaborated solutions and technologies based almost entirely on the results of the investigations worked out in different pedo-climatic conditions of Romania, considering that their validity is strictly connected to the natural environment specific to the interested areas. The main aspects of the work begin with establishing the crop water requirements in order to dimension the irrigations systems in the designing activity and for irrigation prognosis and warning in exploitation. It is important to mention that in both cases, the basis is represented by the same long term research experimental fields (in most cases including periods of 20-25 years) settled in the main physical-geographic areas on the agricultural lands of Romania.

Considering the data resulted from these experimental fields, we established the parameters necessary for the methodologies used both in designing and exploitation accompanied, according to the case, with indirect methods supported by same climate factors, for example temperature in the Thornthwaite method used in designing, or the evaporation from class A evaporimeter used in exploitation. These parameters are presented in accordance with the latest research, offering thus the possibility to update both the existing instructions and standards in designing as well as to improve the parameters for irrigation prognosis and warning in exploitation.

The work also presents the yields of the main agricultural crops in both situations: with or without irrigations, accompanied also by the elements of water balance in the research period, both as averages and the

characteristic ones for the some representative years from the climatic point of view.

The second category of results with direct implication in the production field, especially in the rehabilitation of irrigations arrangements, is represented by those referring to behavior in the exploitation of the main consisting parts of the existing arrangements: canals networks and pipes for irrigation water transportation and distribution, as well as by the afferent hydrotechnical constructions. There are also presented the study results of the arrangements evolution from the point of view of phreatic water level and chemistry, as well as the state of soil amelioration, in interrelationship with natural and anthropogenic factors.

In a separate chapter, we present the solutions and technologies concerning the improvement of irrigations arrangements functionality, results also obtained by research in concrete conditions specific to the Romanian irrigations arrangements. A special stress is on the technologies and materials necessary to prevent and control the water losses by infiltration and interference in case of damages during the exploitation process. There are also presented simple and efficient means and devices for water measuring in irrigations systems.

In the work there are references to the irrigations necessity in the Romania's pedoclimatic conditions as well as the evolution in time of conceptions and results. The main types of arrangements and water methods in our country are also presented.

The whole book concentrates especially on the means of the most rational utilization of irrigation water in order to practice a sustainable agriculture for maintaining the ecologic equilibrium and the improvement of the environmental factors.

CUPRINS

INTRODUCERE 5

Cap. I. IRIGAȚIA, MĂSURĂ PRIORITARĂ PENTRU PRACTICAREA UNEI AGRICULTURI DURABILE ÎN ROMÂNIA 11

1.1. OPORTUNITATEA FOLOSIRII IRIGAȚIILOR ÎN ROMÂNIA 11

1.2. DIN TRECUTUL AMENAJĂRILOR DE IRIGAȚII DIN ROMÂNIA 27

1.3. SITUAȚIA AMENAJĂRILOR DE IRIGAȚII DIN ROMÂNIA LA STADIUL ACTUAL 34

1.3.1. Unele probleme privind sursele de apă pentru irigat 34

1.3.2. Considerații privind retehnologizarea amenajărilor existente ... 37

1.3.3. Bazele științifice și obiective prioritare ale cercetărilor privind utilizarea rațională a apei în amenajările de irigații 45

Cap. II. INTERRELAȚIILE MEDIU-APĂ-PLANTĂ 56

2.1. Factorul climă 56

2.2. Factorul sol în relație cu apa 62

2.2.1. Solul din punct de vedere al stării fizice 63

2.2.2. Formele apei în sol 68

2.2.3. Indicii hidrofizici 69

2.3. Calitatea apei de irigație 78

2.4. Cerințele față de apă ale principalelor culturi agricole și hortiviticole 84

2.5. Bilanțul apei în sol pe terenurile irigate 93

2.6. Regimul de irigație 97

2.6.1. Norma de udare 98

2.6.2. Norma udării de aprovizionare 99

2.6.3. Norma udării de spălare 100

2.6.4. Momentul aplicării udării 100

2.6.5. Intervalul dintre udări 101

2.6.6. Norma de irigație 101

Cap. III. EVAPOTRANSPIRAȚIA CULTURII 103

3.1. Definiții și terminologii privind diferitele forme ale evapotranspirației 106

3.2. Metode pentru stabilirea evapotranspirației 108

3.2.1. Metode utilizând elementele climatice 108

3.2.2. Metode utilizând evaporimetrele 124

3.2.3. Metoda evapotranspirometrelor 128

3.2.4. Metoda bilanțului bazată pe controlul rezervei de apă din sol 134

3.3. Elementele tehnice ale bilanţului apei în solurile irigate şi neirigate, în diferite condiţii pedoclimatice din România 145
3.3.1. Rezerva iniţială a apei din sol (R_i) 152
3.3.2. Precipitaţiile (P) înregistrate în sezonul de vegetaţie a diferitelor culturi, în perioada de cercetare 154
3.3.3. Cantităţile de apă administrate prin irigaţii (normele medii de irigaţie) în perioada de cercetare (Σ_m) 155
3.3.4. Rezerva finală de apă din sol (Rf) 157
3.3.5. Consumul de apă al culturilor agricole 158

Cap. IV. STABILIREA NECESARULUI DE APĂ PENTRU DIMENSIONAREA SISTEMELOR DE IRIGAŢII ÎN PROIECTARE ŞI PENTRU PROGRAMAREA UDĂRILOR ÎN EXPLOATAREA ACESTORA 181
4.1. Principalii parametri folosiţi în metodologia de calcul a necesarului de apă pentru dimensionarea sistemelor de irigaţii 182
4.2. Parametrii pentru determinarea momentului (perioadei) udării şi a cantităţilor de apă care se aplică (prognoza, avertizarea şi programarea udărilor), conform metodologiei elaborată de ICITID, folosită curent în sistemele de irigaţii 191

Cap. V. EFECTUL IRIGAŢIEI ASUPRA RECOLTELOR PRINCIPALELOR CULTURI AGRICOLE ÎN DIFERITE CONDIŢII PEDOCLIMATICE DIN ROMÂNIA 216
5.1. Producţii medii obţinute prin aplicarea irigaţiilor comparativ cu cele obţinute la neirigat 219
5.2. Producţii la principalele culturi agricole obţinute prin folosirea irigaţiei comparativ cu cele neirigate, în unii ani caracteristici din perioada de cercetare 225

Cap. VI. METODE DE UDARE ŞI TIPURI DE AMENAJARE FOLOSITE ÎN SISTEMELE DE IRIGAŢII DIN ROMÂNIA 263
6.1. Metode de udare utilizate în amenajările de irigaţii din România ... 263
6.1.1. Metoda de irigare prin brazde 263
6.1.2. Metoda de irigare prin aspersiune 276
6.1.3. Metoda de irigare prin inundare (submersiune) 287
6.1.4. Metoda de irigare localizată 290
6.1.5. Unele probleme privind folosirea metodelor de irigare prin aspersiune şi localizate în plantaţiile de vii şi pomi de pe nisipurile din sudul Olteniei 291
6.1.6. Concluzii privind utilizarea diferitelor metode de irigare în condiţiile din ţara noastră 302
6.2. Tipuri de amenajare folosite în sistemele de irigaţii din România 302

Cap. VII. EVOLUŢIA TERITORIULUI AMENAJAT CU LUCRĂRI DE IRIGAŢII ÎN CONTEXTUL INTERRELAŢIEI DINTRE FACTORII NATURALI ŞI CEI ANTROPICI 306
7.1. Etapa I - de la darea în exploatare a sistemelor până în jurul anilor 1988-1990 (monitorizarea prezentată în continuare sintetic - rezumativ, tabelar) 306
7.1.1. Sisteme de irigaţii din Câmpia Olteniei 311
7.1.2. Spaţiul Olt-Argeş 319
7.1.3. Spaţiul Olt-Argeş-Ialomiţa 323
7.1.4. Spaţiul Argeş-Ialomiţa 325
7.1.5. Spaţiul Ialomiţa-Siret 331
7.1.6. Spaţiul Dobrogea de Nord (a) 335
7.1.7. Spaţiul Dobrogea de Sud (b) 337
7.2. Etapa a II-a privind monitorizarea evoluţiei amenajărilor de irigaţii din România în interrelaţia: factori naturali-antropici (după anul 1998) 339

Cap. VIII. SOLUŢII TEHNICE SIMPLE ŞI EFICIENTE PENTRU ÎMBUNĂTĂŢIREA FUNCŢIONALITĂŢII AMENAJĂRILOR DE IRIGAŢII DIN ROMÂNIA 370
8.1. Tehnologii şi dispozitive privind reţelele de canale deschise 371
8.1.1. Randamentul hidraulic al reţelelor de transport şi distribuţie a apei din amenajările de irigaţii şi soluţii de îmbunătăţire 371
8.1.2. Dispozitive pentru îmbunătăţirea distribuţiei apei 385
8.1.3. Metode şi dispozitive pentru măsurarea debitelor 391
8.2. Tehnologii şi dispozitive privind reţelele de conducte sub presiune 395
8.2.1. Utilizarea răşinilor epoxidice şi a pieselor de îmbinare la remedierea operativă a defecţiunilor din conductele pentru irigaţii 395
8.2.2. Îmbunătăţirea izolaţiei anticorozive a conductelor îngropate 400
8.2.3. Unele concluzii privind distribuţia şi măsurarea apei în reţelele de canale şi conducte 403
8.3. Programe informatice privind principalele obiective ale programului de cercetare „Exploatarea şi modernizarea amenajărilor de irigaţii" din cadrul ICITID 405

BIBLIOGRAFIE 409
IRRIGATION ARRANGEMENT IN ROMANIA (ABSTRACT) 417
CUPRINS 419
CONTENTS 422

CONTENTS

INTRODUCTION 5

Ch. I. IRIGATIONS, PRIORITARY MEASURES FOR A SUSTAINABLE AGRICULTURE IN ROMANIA 11
1.1. The opportunity of irrigations utilization in Romania 11
1.2. Irrigations past in Romania 27
1.3. The situation of irrigations in Romania at present 34
1.3.1. Some problems on water sources for irrigations 34
1.3.2. Considerations on new technologies for the existing irrigations arrangements 37
1.3.3. Scientific bases and priority objectives for research concerning rational utilization of water for irrigations 45

Ch. II. ENVIRONMENT-WATER-PLANT INTERRELATIONSHIP 56
2.1. Climate factor 56
2.2. Soil factor related to water 62
2.2.1. Soil from the physical situation point of view 63
2.2.2. Water forms in soil 68
2.2.3. Hydrophysical indices 69
2.3. The quality of irrigations water 78
2.4. The main field and horticultural crops water requirements 84
2.5. The balance (result) of water in soil on irrigated lands 93
2.6. THE REGIME OF IRRIGATIONS 97
2.6.1. Watering norm (standard) 98
2.6.2. The supply watering norm 99
2.6.3. The cleaning watering norm 100
2.6.4. The moment of watering 100
2.6.5. The interval between waterings 101
2.6.6. The irrigation norm 101

Ch. III. THE CROP EVAPOTRANSPIRATION 103
3.1. Definitions and terminologies on various forms of evapotranspiration 106
3.2. Methods to establish evapotranspiration 108
3.2.1. Methods for climate elements utilization 108
3.2.2. Methods utilizing evaporimeters 124
3.2.3. Evapotranspirometers method 128
3.2.4. The methods of balance based on the control of water stock (reserve) in soil 134

3.3. Technical elements of water balance in the irrigated and nonirrigated agricultural soils in various pedoclimatic conditions from Romania 145
3.3.1. Initial water reserve from soil (Ri) 152
3.3.2. Rainfalls (P) recorded in the vegetation season of different crops during the research period 154
3.3.3. The water quantities for irrigations (irrigation average norms) during the research period (Σ_m) 155
3.3.4. The final water reserve in soil (Rf) 157
3.3.5. Water consumption for agricultural crops [Σ(ET)] 158

Ch. IV. TO ESTABLISH THE NECESSARY QUANTITY OF WATER FOR DIMENSIONING THE IRRIGATION SYSTEMS TO PROJECT AND SCHEDULE THE SPRINKLES 181
4.1. The main parameters for the calculation of water necessary in irrigation systems dimenshioning 182
4.2. Parameters to determine the period for sprinkles and water quantities (prognosis, warning and sprinkles schedule) according to ICITID methodology generally used in irrigations systems 191

Ch. V. THE EFFECT OF IRRIGATIONS ON THE MAIN AGRICULTURAL CROPS IN VARIOUS PEDOCLIMATIC CONDITIONS FROM ROMANIA 216
5.1. The productions obtained using irrigations in comparison with the nonirrigated crops 219
5.2. Productions of the main agricultural crops using irrigations in different characteristic years during the research period 225

Ch. VI. METHODS TO WATER AND THE ARRANGEMENTS TYPES USED IN IRRIGATIONS SYSTEMS IN ROMANIA 263
6.1. Methods to water used in irrigations systems in Romania 263
6.1.1. Irrigation method through furrows 263
6.1.2. Sprinkling irrigation method 276
6.1.3. Irrigation method by flooding 287
6.1.4. Localized watering method 290
6.1.5. Some problems regarding the utilization of irrigation methods by sprinkling and localized in vineyards and orchards on the sands in South Oltenia 291
6.1.6. Conclusions regarding the utilization of various irrigation methods in the conditions of our country 302
6.2. Arrangements types used in irrigations systems in Romania 302

Ch. VII. THE EVOLUTION OF THE ARRANGED IRRIGATED TERRITORY IN THE CONTEXT OF INTERRELATIONSHIPS BETWEEN NATURAL AND ANTROPIC FACTORS 306
7.1. Stage I [synthetic presentation-abreviated] from the starting of exploitation up to 1988-1990 306
7.2. Stage II. Monitorization of irrigations arrangements evolution from Romania in the relationship between natural and antropic factors (abreviated after 1998) 339

Ch. VIII. TECHNICAL SOLUTIONS AND SIMPLE AND EFFICIENT TECHNOLOGIES FOR IMPROVING THE FUNCTIONALITY OF IRRIGATIONS IN ROMANIA 370
8.1. Technologies and device concerning the network of open canals ... 371
8.1.1. The hydraulic output of water distribution and transport network in irrigations and the improving situation 371
8.1.2. Provision for water improvement 385
8.1.3. Methods and device to measure flow capacity 391
8.2. Technologies and device for the networks of pipes in the irrigations systems 395
8.2.1. Utilization of apoxidic resins and the joint pieces for the operative remedy of the shortcomings in the irrigations pipes 395
8.2.2. The improvement of anticorosive isolation of the burried pipes 400
8.2.3. Some conclusions on water distribution and contorization in the network of feed pipes and water distribution 403
8.3. Informatics programs on the main objectives of ICITID „exploitation and modernization of irrigations systems" 405

BIBLIOGRAPHY 409
IRRIGATION ARRANGEMENT IN ROMANIA (ABSTRACT) 417
CUPRINS 419
CONTENTS 422

Digitized by Răzvan-1982